



AUTORIDADES ACADÉMICAS

Universidad de El Salvador

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Rector

Dr. Raúl Ernesto Azcúnaga López
Vicerrector Académico

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Vicerrector Administrativo

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval
Secretario General

MVz. María José Vargas
Presidenta Asamblea General Universitaria

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
Secretario de Investigaciones Científicas
Director Ejecutivo, Consejo de Investigaciones Científicas

Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Lara Ascencio
Decano

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos
Vicedecano

Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra
Secretario

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García
Jefe de la Unidad de Investigación

COMITÉ TÉCNICOL

Editor en jefe

José Miguel Sermeño Chicas
Secretario de Investigaciones Científicas
Director Ejecutivo, Consejo de Investigaciones Científicas
jose.sermeno@ues.edu.sv

Editor adjunto

Isidro Galileo Romero Castro
Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
isidro.romero@ues.edu.sv

Editor gráfico y maquetador

Luis Alberto Sánchez Alfaro
Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
luis.alfaro@ues.edu.sv

Soporte tecnológico e informático

Saúl Antonio Vega Baires
Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
saul.vega@ues.edu.sv

José Adán Núñez Abarca
Facultad de Ciencias Agronómicas, UES
jose.nunez@ues.edu.sv

Correctores de estilo

Cristina Isabel Guzmán Cruz
Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
cristina.guzman@ues.edu.sv

Selvin Mauricio Montano Quintanilla
Secretaría de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
selvin.montano@ues.edu.sv

Comunicación y difusión

Lilian Xiomara Arévalo Benítez
Facultad de Ciencias Agronómicas, UES
lily.arévalo@ues.edu.sv

COMITÉ CIENTÍFICO

Miembros UES

Fidel Ángel Parada Berrios
Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
fidel.parada@ues.edu.sv

Blanca Eugenia Torres de Ortiz
Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
blanca.bermudes@ues.edu.sv

Rudy Anthony Ramos Sosa
Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.
antonioreshcal@yahoo.com

Miguel Ángel Hernández Martínez
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Facultad
de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
miguel.hernandez@ues.edu.sv

Miembros externos a la institución

Ma. Mónica Lara Uc
Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Baja California
Sur, La Paz, Baja California Sur, México.
mlara@uabcs.mx

Víctor D. Carmona Galindo
Director of Sustainability and Associate Professor Biology Department. University of Detroit Mercy, Detroit Michigan, United States.
carmonvi@udmercy.edu

Andrea L. Joyce
Assistant Professor, University of California, Merced. United States.
ajoyce2@ucmerced.edu

Mario Ernesto Parada Jaco
Gerente de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador.
paradaja2011@hotmail.com

Aisur Ignacio Agudo Padrón
Gerente Investigador del Projeto Brasileiro Autônomo "Avulsos Malacológicos - AM, Brasil.
ignacioagudo@gmail.com

Luis A. Mejía
Adjunct Professor, Department of Food Science and Human Nutrition University of Illinois, Urbana-Champaign
lamejia@illinois.edu

José Rutilio Quezada
Consultor Internacional, Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico, Estados Unidos
bachi930@gmail.com

Randy Atencio Valdespino
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá.
randy.atencio@gmail.com

Universidad de El Salvador

Final Avenida Mártires del 30 de Julio de 1975, Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa", San Salvador, El Salvador.

Teléfonos

Facultad de Ciencias Agronómicas: (503) 2225-1506
Secretaría de Investigaciones Científicas: (503) 2225-8434

Correos electrónicos

revista.agrociencia@ues.edu.sv
ciencias.agronomicas@ues.edu.sv
sic@ues.edu.sv

URL de la revista

<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>

Revista Agrociencia es el medio oficial de difusión científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas, gestionada con apoyo de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), que cumple con los principios de acceso abierto. Su periodicidad es cuatrimestral y se publica en los meses de abril, agosto y diciembre de cada año. Es gratuita, pues Agrociencia no cobra a los autores tarifas de envío y procesamiento editorial de los artículos que se publican. Acepta manuscritos de las ciencias agropecuarias,

forestales, veterinarias, agroindustria, medio ambiente y seguridad alimentaria de forma continua.

Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas en sus textos, que no necesariamente reflejan la opinión o política de la Universidad.

Los textos académicos que la revista admite son artículos científicos, notas técnicas, estudio de casos y revisiones bibliográficas. Si desea publicar en Revista Agrociencia, puede enviar su texto a: revista.agrociencia@ues.edu.sv

AGROCIENCIA es una revista con licencia creative commons 4.0 CC BY: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Fotografías de portada:

Raúl Magarín

Secretaría de Investigaciones Científicas
Universidad de El Salvador

- 6** Evaluación de la aceptabilidad de una horchata nutritiva elaborada con cereales, maní, marañón, ajonjolí y girasol en la Universidad de El Salvador para su estandarización
Acceptability Evaluation for a nutritious horchata made with cereals, peanuts, cashew, sesame and sunflower at the University of El Salvador for its standardization
- 18** Evaluación de la calidad microbiológica de hortalizas tratadas con preparados bioorgánicos en la Asociación Cooperativa de Productos Agropecuarios y Servicios Múltiples Productos Orgánicos (ACOPO de R. L.)
Evaluation of the microbiological quality of vegetables treated with bioorganic preparations in the Cooperative Association of Agricultural Products and Multiple Services Organic Products
- 31** Presencia de amibas de vida libre en caracol comestible (*Pomacea flagellata* Say, 1827) en seis cuerpos de agua de El Salvador
Presence of free-living amoeba in edible snail (*Pomacea flagellata* Say, 1827) in six bodies of water in El Salvador
- 37** Evaluación de tres niveles de proteína en las primeras dos semanas de vida y sus efectos en los parámetros de desempeño en pollos de engorde
Evaluation of three levels of protein in the two first weeks of life and its effects on the performance parameters in broilers





Artículo científico

Evaluación de la aceptabilidad de una horchata nutritiva elaborada con cereales, maní, marañón, ajonjolí y girasol en la Universidad de El Salvador para su estandarización

Acceptability Evaluation for a nutritious horchata made with cereals, peanuts, cashew, sesame and sunflower at the University of El Salvador for its standardization

Guevara-Chávez, D.A.¹, Tovar-Blanco, S.W.¹, Ramos-Cortez, S.²

Correspondencia:
gc13086@ues.edu.sv
tb12005@ues.edu.sv
sigfredo.ramos@ues.edu.sv

Presentado:
17 de mayo de 2021
Aceptado:
17 de julio de 2021

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Tesista.
2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo evaluar la aceptabilidad y el aporte nutricional de tres propuestas de horchatas elaboradas con cereales y semillas oleaginosas para los trabajadores de la Universidad de El Salvador; se ejecutó de febrero del 2020 a enero del 2021. Inició con la obtención de las materias primas para su elaboración, se utilizó como fórmula general: 55% cereal (maíz, sorgo o arroz), 25% semillas (10% maní, 10% marañón, 4% ajonjolí y 1% girasol), 18% proteína de soya aislada, 1% lecitina de soya y 1% especias (0.7% canela, 0.3% pimienta). También se desarrollaron los análisis de humedad y de actividad de agua a las tres formulaciones. Se prepararon las bebidas en líquido en la Planta de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Luego se realizó la evaluación sensorial por medio de pruebas afectivas de tipo de escala hedónica verbal a 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años de la Universidad de El Salvador. Los resultados se analizaron estadísticamente a través de pruebas no paramétricas del cuantil y Kruskal-Wallis. El aporte nutricional de las horchatas se realizó con los valores nutritivos de los alimentos establecidos por el INCAP. Los resultados indican que estadísticamente hay aceptación para las tres horchatas, ya que más del 75% de la población las calificó arriba de 4 puntos y la edad no es un factor que influye en la aceptación, pero la horchata de maíz es la más preferida, además de ser la que mayores beneficios nutritivos aporta.

Palabras claves: horchata, evaluación sensorial, pruebas afectivas, escala hedónica verbal.

ABSTRACT

The objective of the project was to evaluate the nutritional contribution and the acceptance by the workers of the Universidad de El Salvador of three proposals of horchata made with cereals and oilseeds. The research was carried out from February 2020 to January 2021 and began with obtaining the raw materials for the preparation of the horchata. The general formula used was: 55% cereal (corn, sorghum or rice), 25% seeds (10% peanut, 10% cashew, 4% sesame and 1% sunflower), 18% isolated soy

protein, 1% soy lecithin and 1% spices (0.7% cinnamon, 0.3% pepper). Moisture and water activity analyses were also performed on the three formulations. The beverages were prepared in liquid form at the Fruit and Vegetable Processing Plant of the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador. Sensory evaluation was then carried out by means of affective tests of the verbal hedonic scale type on 348 workers between the ages of 20 and 65 years at the University of El Salvador. The results were analyzed statistically by means of nonparametric quantile and Kruskal-Wallis tests. The nutritional contribution of the horchatas was carried out using the nutritional values of the foods established by INCAP. The results indicate that statistically there is acceptance for the three horchatas, since more than 75% of the population rated them above 4 points. Age is not a factor influencing acceptance. Corn horchata is the most preferred, in addition to being the one that provides the greatest nutritional benefits.

Keywords: horchata, sensory evaluation, affective tests, verbal hedonic scale.

INTRODUCCIÓN

Una problemática que se vive actualmente a nivel mundial está relacionada con los padecimientos o enfermedades asociadas a una mala nutrición como: desnutrición, diabetes, hipertensión, anemia, obesidad, problemas cardiacos etc., esto se debe a los métodos de producción masiva de alimentos, que se basan en la elaboración de productos a muy bajo costo, utilizando materias primas de baja calidad y poco nutritivas, además de contener grandes cantidades de grasas, edulcorantes, colorantes y preservantes (MINSAL 2013).

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón en la década de los 80 como respuesta a su crecimiento poblacional, estudios indicaban que mejorar la calidad de los alimentos disminuirían los gastos de salud (Oddone 2017). Es de gran importancia concientizar a las empresas del sector alimenticio de que coloquen a disposición productos más nutritivos para la población; elaborados con materias primas de calidad, que aporten nutrientes y beneficios a la salud. Según Delgado (2015), la horchata es una bebida artesanal que ha sido transmitida de generaciones en generaciones; “es una bebida refrescante que puede ser de chufa, morro, cacao y de toda materia prima que brinde una consistencia lechosa, preparada con agua y azúcar, es rica en minerales como el fosforo, calcio, magnesio y hierro, además posee vitaminas”.

Las horchatas son bebidas tradicionales en varios países de Centro América, como El Salvador, Honduras y Nicaragua. El proceso consiste en seleccionar los granos, tostarlos separadamente,

mezclarlos, molerlos y empacarlos. Esta harina es la base para preparar el refresco al cual se le agrega azúcar y hielo (FAO s.f.).

Según encuesta realizada por Umaña y Monterrosa (2012), el 92.94% de los entrevistados consumen horchata y la mayoría de ellas están en un rango de edades de 5 a 45 años, debido a que la horchata es considerada una bebida típica por excelencia en El Salvador; además según el Ministerio de Economía se conoce que el porcentaje de la población que consume horchata en polvo es del 67%, con un consumo por familia mensual de 2.2 libras a un precio promedio de USD \$2.60 la libra.

Se elaboraron tres opciones de horchatas nutritivas a base de uno de estos tres cereales: maíz, sorgo o arroz y se combinaron con maní, girasol, ajonjolí y marañón; con el fin de ser sometidas a un análisis sensorial de aceptabilidad y poder así ser considerada como un alimento funcional que pueda incluirse en la dieta alimenticia de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del estudio

El estudio se realizó de febrero del 2020 a enero del 2021 en dos etapas. La primera inicio con la obtención de las materias primas y la elaboración de las formulaciones, esto se realizó en el Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA). Se siguieron las etapas de recepción, selección, lavado, desinfección, tostado, pesado, molienda, mezclado y empacado, así como también los análisis de control de calidad de humedad y de actividad de agua a las formulaciones.

La segunda etapa consistió en el desarrollo del análisis sensorial, y se inició con la preparación de las bebidas en líquido, esta se realizó en la Planta de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se siguió el proceso de pesaje, mezclado, licuado, esterilización de recipientes, pasteurización de la bebida, filtrado, llenado y almacenamiento de las horchatas; posteriormente se preparó el escenario para el montaje del análisis sensorial, que se llevó a cabo en la Universidad de El Salvador en las 9 Facultades y Oficinas Centrales a una población de 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años, considerados como panelistas no entrenados o de tipo consumidor final. Para posteriormente dar paso a la etapa de ordenamiento y análisis de los datos obtenidos y poder determinar la fórmula mejor calificada por la población.

Metodología de campo

La obtención de materias primas para la elaboración de las formulaciones en estudio se realizó en centros especializados de compra, para adquirir las semillas secas (marañón, maní, girasol y ajonjolí), los cereales (sorgo, maíz y arroz), especias, la proteína de soya aislada, lecitina de soya, empaques, materiales e insumos para el montaje del análisis sensorial, entre otros.

Metodología de laboratorio

Formulaciones en estudio

Como fórmula general se utilizó: 55% de cereal (maíz, sorgo o arroz), 10% de maní, 10% de marañón, 4% de ajonjolí, 1% de girasol, 18% de proteína de soya aislada, 1% de lecitina de soya, 0.7% de canela, 0.3% de pimienta gorda para elaborar 700 g de las tres bebidas en estudio, compuestas en igual proporción de ingredientes variando únicamente los cereales (arroz, sorgo o maíz), cuya función principal es proporcionar a la bebida: volumen y cuerpo, un buen aporte nutricional y un agente secuestrante de las grasas que producen las semillas de maní, marañón,

ajonjolí y girasol.

Proceso de elaboración de horchata en polvo

Para la elaboración de los tres tratamientos en estudio se llevaron a cabo las siguientes etapas de proceso:

- **Recepción y selección:** Se observó las características de color, olor, textura, empaques, etc., para poder observar daños mecánicos e incidencia de plagas. Se seleccionaron las materias primas que cumplieran con los parámetros de calidad deseados; descartando los granos con manchas, picaduras y daños.
- **Lavado y desinfección:** los granos de arroz, ajonjolí, maíz y sorgo se lavaron con abundante agua para remover las impurezas como piedras, ramas, semillas flotantes, etc. Para desinfectar las semillas se sumergieron en una solución al 1% de hipoclorito de sodio durante 5 minutos, luego se enjuagaron con agua hervida para retirar la solución desinfectante.
- **Tostado:** se realizó en un horno de ventilación forzada, para eliminar la humedad en el grano que fue lavado, y poder facilitar su molienda y prolongar su vida de anaquel, además de potenciar las características organolépticas; este proceso se realizó con temperaturas de 135°C a 150°C en tiempos de 10 a 35 minutos.
- **Descascarillado:** se elimina la cáscara de las semillas de maní y girasol de forma manual, para el caso del girasol a pesar de que se utilizó girasol descascarillado, la semilla poseía una película que se logró eliminar frotando suavemente la semilla con los dedos.
- **Molienda de cereales:** se molieron por separado con ayuda de un molino para semillas modelo YB2500 por un minuto y medio. Se realizó en total 3 moliendas por cada cereal para lograr la granulometría deseada.
- **Tamizado de cereales:** Se utilizó un tamiz con un mesh de 300 para poder separar las partículas

que no podían molerse de la harina fina.

- **Pesado:** Se pesaron las materias primas con base a la fórmula general de trabajo para poder elaborar los tres tratamientos: maíz, sorgo y arroz, elaborando 700 g por cada una.
- **Molienda y mezclado:** todas las materias primas se colocaron en el molino para poder mezclarlas en conjunto, por un minuto y medio cada fórmula hasta obtener una harina homogénea, debido a que las semillas oleaginosas como maní, marañón, ajonjolí y girasol no deben molerse por mucho tiempo por la cantidad de grasas que contiene la semilla.
- **Empacado:** Se utilizó un empaque trilaminar aluminizado con resistencia a la humedad y grasas, resellable de 227 g, con las medidas de 22 cm de largo x 15 cm de ancho para poder almacenar las bebidas.

Análisis de control de calidad

Análisis de porcentaje de humedad

Se realizó en una balanza para determinación de humedad por vía seca, utilizando 5 gramos de muestra, tomando en cuenta como parámetro de humedad el establecido por la Norma Obligatoria Salvadoreña (NSO) para harinas de 14% y para bebidas instantáneas de 5%, según NTE (2010).

Análisis de actividad de agua (Aw)

Este análisis se realizó con ayuda de un equipo para análisis de actividad de agua modelo HYGROLAB, tomando en cuenta parámetros de actividad de agua de Aqualab para harinas de 0.4 a 0.5 Aw, utilizando 5 gramos de muestra por tratamiento.

Proceso para la elaboración de la bebida en líquido

- **Pesaje de las materias primas:** Se utilizaron 25 g de bebida para 250 ml de agua y 20 g de azúcar para 250 ml de horchata. Se preparó un total de 2100 g de bebida en 21 litros de agua para las tres

formulaciones.

- **Mezclado y licuado:** en una olla de acero inoxidable se colocaron todas las materias primas para ser combinadas con ayuda de una mezcladora de inmersión y para obtener un líquido más homogéneo se colocó en una licuadora por dos minutos, finalmente se tomaron los grados Brix de la bebida.
- **Esterilización de botes:** Se colocó agua a hervir en una olla y posteriormente se le agregó una pequeña cantidad de esta agua a los botes, luego se agitaron y se dejó reposar por un minuto.
- **Pasteurizado:** se calentó la horchata hasta llegar a una temperatura de 60°C por 20 minutos, posteriormente se colocó en un choque térmico hasta alcanzar la temperatura de 15°C.
- **Filtrado y llenado:** con ayuda de un colador se filtró la horchata para poder separar las partículas más grandes y poder mejorar la textura de la bebida. Con un embudo se llenaron los botes con la horchata, posteriormente se colocaron en enfriamiento en un recipiente con agua a temperatura ambiente.
- **Almacenamiento:** Del total de las bebidas la mitad se almacenó a temperatura de refrigeración (0 a 4°C) y la otra a temperatura de congelamiento (debajo de 0°C) para ser utilizadas durante todo el análisis sensorial.

Desarrollo del análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en las 9 Facultades y Oficinas Centrales de la Universidad de El Salvador, durante el mes de marzo de 2020, utilizando una evaluación de pruebas afectivas de tipo escala hedónica verbal realizada a 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años consumidores de horchatas, y que no padecieran de alergias a las semillas ni de diabetes, la población del estudio fue considerada como un panelista no entrenado o tipo consumidor final, la población se dividió en 9 estratos: (1):20-25, (2):26-30, (3):31-35, (4):36-40, (5) 41-45, (6):46-50, (7):51-

55, (8):56-60 y (9):61-65 años.

Para su entrega se colocó 20 ml por cada formulación en su recipiente codificado, es decir en total el catador probó 60 ml de los 3 tratamientos de las horchatas. El catador evaluó las 3 formulaciones por sus características organolépticas: textura, color, sabor y olor con base a la escala hedónica verbal de 5 puntos tomando como: me gusta mucho (5) la puntuación más alta y me disgusta mucho (1) la puntuación más baja.

1 = Me disgusta mucho

2 = Me disgusta poco

3 = Ni me gusta ni me disgusta

4 = Me gusta poco

5 = Me gusta mucho

Elaboración de tablas nutricionales de las horchatas

Se realizó un cálculo teórico basado en los valores nutricionales establecidos para alimentos de Centroamérica por INCAP y OPS (2012), estos se presentan en ración de 100 g por alimento. Para conocer el aporte de cada ingrediente en la fórmula de 227 g de horchata, se realizó una conversión por medio de una regla de tres, se tomo en cuenta cada componente nutricional como caloría, proteína, grasa, fibra, etc., de manera individual hasta ser sumados en conjunto. Finalmente se efectuó la conversión para la proporción de 25 g (valor establecido en las pruebas de dilución realizadas previamente) necesarios para preparar un vaso de horchata de 250 ml.

Metodología estadística

Ordenamiento y tabulación de los datos

Los datos obtenidos en las 348 encuestas de un muestreo aleatorio con el 95% de confianza, se ordenaron y tabularon en Excel, con el fin de poder identificar la cantidad de individuos del sexo masculino y femenino que fueron encuestados, el

rango de edades de los catadores, las calificaciones a los atributos de las bebidas y conocer cuál fue la bebida favorita, para posteriormente procesarlo con el software estadístico Infostat V9.017 (V.2017).

Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Infostat V9.017 (V.2017), por medio del análisis de varianza-no paramétrico se realizó el análisis del primer cuartil, el cual permite conocer el comportamiento del 75% de las calificaciones, finalmente utilizando la prueba de Kruskal-Wallis que por medio de las medias y medianas de los datos, se puede medir el nivel de aceptación de la bebida, por dos análisis: el "Análisis de aceptabilidad según atributo" y el "Análisis de aceptabilidad según categoría de edades" para cada uno de los atributos organolépticos (olor, sabor, color, textura) de la bebida. Utilizando un valor de probabilidad del 0.05%, es decir que si este valor es mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0) es decir no hay diferencias significativas y si es menor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Metodología socioeconómica

Se utilizó el método de costos parciales en el cual únicamente se toman en cuenta los desembolsos relacionados a la fabricación del producto, se realizó un costo aproximado para la producción de 227 g y 340 g de bebida (ya que son las presentaciones de horchata de morro que más se encuentran en el mercado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se elaboraron tres propuestas de horchatas utilizando como principal materia prima un cereal: maíz, sorgo, o arroz y semillas como maní, marañón, ajonjolí y girasol en la elaborar la 227 (No se entiende esta parte del párrafo) g de horchata para conocer el nivel de aceptabilidad del consumidor final y su aporte nutricional.

Los resultados indican que estadísticamente hay aceptación para las tres horchatas, ya que más del

75% de la población las calificó arriba de 4 puntos y la edad no es un factor que infiere en la aceptación, pero la horchata de maíz es la de mayor preferencia, con aporte de mayores beneficios nutritivos.

Las tres formulaciones en estudio poseen características nutricionales deseables para una bebida funcional sea esta energética, proteica o fibrosa. Pero la horchata que más destaca en mayor cantidad de componentes nutricionales es la formulación de maíz.

Tiempo de horneado de los granos

Según FAO (s.f.), establece que el tostado de las materias primas debe ser por separado a una temperatura entre 150 y 175 °C por 15 minutos.

Pero al realizar las pruebas en el horno de convección, se obtuvieron datos no deseables por lo que se determinó un rango de temperatura de 135°C a 150°C variando los tiempos de 10 a 35 minutos como lo muestra el Cuadro 1, obteniendo resultados deseables en cuanto a olor, color, sabor y facilidad de molienda.

Se concuerda con Romero (2005) que al tostar a 220°C se dificulta la molienda debido a que la disponibilidad de lípidos incrementa, sin embargo, el tueste a 139°C obtuvo un resultado óptimo.

Cuadro 1

Temperaturas y tiempos de tostado

Grupo	Temperatura de tostado	Tiempo	Grano
1	135°C	30 minutos	Girasol
		10 minutos	Ajonjolí
		13 minutos	Sorgo
2	150°C	15 minutos	Maíz
		35 minutos	Arroz
		10 minutos	Marañón
		30 minutos	Maní

Rendimientos de las harinas de los cereales

Los rendimientos obtenidos para la elaboración de harinas de cereales fueron, para arroz 80.78%, para sorgo 77.94% y maíz 76.16% como lo muestra el Cuadro 2, similares a los datos obtenidos por

Alfaro et al. (2016) quienes reportan rendimientos en harina de sorgo 76% y arroz 78%, de igual modo en la investigación realizada por House (2006) los promedios que obtuvo fueron de 70% a 75% en cereales trigo y arroz.

Cuadro 2

Rendimientos de harinas de cereales

Cereal	Peso inicial (g)	Tostado (g)	Residuos de molienda (g)	Harina (g)	Merma (g)	Merma (%)	Rendimiento (%)
Arroz	385	340.88	29.85	311.03	73.97	19.21	80.79
Sorgo	385	350.07	49.99	300.08	84.92	22.05	77.94
Maíz	385	343.35	38.55	304.80	80.20	20.83	76.16

Medición de grados Brix de la horchata con la adición de azúcar

La porción de la horchata instantánea era de 25 gramos para disolver en 250 ml de agua, agregando 20 gramos de azúcar, obteniéndose un promedio de

10.26° Brix (Cuadro 3), la adición de horchata y azúcar es menor en comparación con lo publicado por Alfaro *et al.* (2016), que obtuvieron la bebida a base de cereales con un Brix de 12° utilizando 23 g de azúcar para 32 g de bebida en 200 ml.

Cuadro 3

Grados Brix obtenidos de la bebida con la azúcar añadida

Fórmula	Grados Brix con azúcar
Fórmula de Arroz	10.3° Brix
Fórmula de Maíz	10.1° Brix
Fórmula de Sorgo	10.4° Brix
Promedio:	10.26° Brix

Residuos obtenidos de la filtración de la horchata en líquido

La horchata que más sólidos obtuvo fue la fórmula a

base de arroz con 81.09%, seguido de la horchata de maíz 69.76% y la que menos residuos obtuvo fue la horchata de sorgo con 41.23% (Cuadro 4).

Cuadro 4

Sólidos obtenidos de la filtración de la horchata en estado líquido

Fórmula	Peso inicial de horchata en polvo (g)	Sólidos obtenidos después del filtrado (g)	Porcentaje de sólidos filtrados (%)	Porcentaje de bebida que se consume (%)
Arroz	678.3	550.1	81.09	18.91
Maíz	678.1	473.1	69.76	30.24
Sorgo	557.2	299.2	41.13	58.7

Aporte nutricional por 25 gramos de las tres bebidas

Según los datos obtenidos de INCAP y OPS (2012), se puede observar en el Cuadro 5, que las tres formulaciones poseen buenas características nutricionales y las diferencias son mínimas, pero la fórmula de maíz es la que destaca en la cantidad de energía, ácidos grasos poli y mono insaturados, sodio, proteína y zinc que aporta.

La formulación de sorgo destaca en la cantidad de fibra, calcio, hierro y potasio, mientras que la fórmula de arroz es la que posee mayor contenido de

carbohidratos.

Se elaboró la etiqueta nutricional de la fórmula de maíz debido a que fue la que presentó mayores características nutricionales (Figura 1).

La horchata de maíz en una presentación de 227 g y una ración de 25 g aporta: 6% de grasa, 3% de fibra, 4% de carbohidratos, 13% o 6.55 g de proteína, 0 g de azúcar, 3% de calcio y 10% de hierro, aporte que es muy similar a horchatas de morro que se encuentra en el mercado como lo muestra el Cuadro 6:

Cuadro 5

Aporte nutricional por 25 gramos de las tres bebidas

Nutriente	Unidad	Fórmula maíz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula sorgo	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula arroz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula
Calorías	kcal	105.97	X	102.81		105.28	
Grasa total	g	4	X	3.79		3.43	
Ácidos grasos monoinsaturados	g	1.72	X	1.69		1.58	
Ácidos grasos poliinsaturados	g	1.37	X	1.26		1.09	
Ácidos grasos saturados	g	0.63	X	0.6		0.56	
Colesterol	mg	0	=	0	=	0	=
Sodio	mg	59.54	X	55.56		54.87	
Carbohidratos	g	12.4		12.68		13.1	x
Fibra dietética	g	0.78		1.65	x	0.78	
Proteína	g	6.55	X	6.47		6.17	
Vitamina A	mg	0.02	=	0.02	=	0.02	=
Vitamina C	mg	0.09	=	0.09	=	0.09	=
Calcio	mg	23.01		24.66	x	23.28	
Hierro	mg	1.4		1.54	x	1.14	
Zinc	mg	0.89	X	0.59		0.75	
Potasio	mg	92.4		101.07	x	64.77	

Figura 1

Etiquetado nutricional de la fórmula de maíz

Información nutricional		
9 raciones por envase		
Tamaño por ración 1.5 cucharadas aprox. (25 g)		
Cantidad por ración		
Calorías	106	
% valor diario *		
Grasa Total 4 g		6 %
Grasa Saturada 0.63 g		3 %
Grasa trans 0 g		
Colesterol 0 mg		0 %
Sodio 59.54 mg		2 %
Carbohidratos Total 12.40 g		4 %
Fibra Dietética 0.78 g		3 %
Azúcares 0 g		
Incluye 0 g de Azúcares añadidos		0%
Proteína 6.55 g		13 %
Calcio 23.01 mg		3%
Hierro 1.4 mg		10 %
Potasio 92.4 mg		2%
El% del valor diario recomendado (VDR) le indica la cantidad de nutriente en una porción de comida contribuye a la dieta diaria 2,000 calorías por día se utiliza para consejos nutricionales generales.		

Cuadro 6

Horchatas de morro que existen en el mercado y su aporte nutricional

Bebida	Presentación	Ración	Aporte nutricional
Bebida en polvo de la marca Proinca horchata de morro, maní y ajonjolí	340 g	19 g	5% de grasa, 4% de carbohidratos, 2 g de proteína, 6 g de azúcar, 8% de fibra y 10% de hierro.
Horchata de morro de la marca la Canasta	454 g	19 g	1% de grasa, 1% de fibra, 6% de carbohidratos, 1 g de proteína, 5% de calcio, 1% de hierro.
Horchata de morro de la marca casa Bazzini	340 g	30 g	6% de grasa, 0% de fibra, 8% de carbohidratos, 33 g de proteína, 4% de calcio, 10% de hierro.
Horchata morro de la marca Dany	340 g	15 g	2% de grasa, 3% de grasa saturada, 1% de colesterol, 1% de sodio, 4% de carbohidratos, 1% de proteína, 1% de calcio, 2% de hierro.

Análisis de humedad y actividad de agua en las bebidas

Según la NTE (2010), menciona que lo máximo que debe cumplir una bebida en polvo de humedad es 5% y según Alfaro *et al.* (2016) en su estudio obtuvieron una humedad de 4.56%.

En las tres formulaciones de la bebida podemos observar que la mayor humedad obtenida fue el maíz con un 3.89%, seguido de la de sorgo con 3.78% y finalmente la de arroz con un 2.60%.

Los rangos de actividad de agua establecidos por AQUALAB (s.f.), para harinas es de 0.4 a 0.5; los datos obtenidos fueron para la fórmula de maíz un 0.2606 aw, seguido de la de sorgo 0.2353 aw y finalmente la de arroz con un 0.1507 aw.

Costos parciales

La horchata de sorgo es la fórmula más económica USD \$1.47 la bolsa de 227 g, seguido de la fórmula de maíz con un valor de USD \$1.51 y finalmente la fórmula de arroz con un USD \$1.54.

En el mercado nacional encontramos diferentes marcas de horchatas, pero la que más se asemeja a las características de la propuesta es la de la marca Proinca horchata de morro con arroz, ajonjolí, maní y

cacao en una presentación de 340 g con un precio de USD \$1.59 la cual posee una diferencia con la fórmula de sorgo de USD \$0.61, con la de maíz de USD \$0.67 y la de arroz de USD \$0.72 para la presentación de 340 g.

Se debe considerar que el uso de la semilla de marañón y proteína de soya incrementan el precio de la propuesta, pero estos ingredientes poseen características nutricionales, organolépticas y funcionales.

Análisis sensorial

Análisis de aceptabilidad según atributo (Prueba de Kruskal-Wallis)

Como lo muestra el Cuadro 7 el p-valor es inferior a 0.05 para los cuatro atributos, por tanto se rechaza la hipótesis nula, la cual asegura que al menos una de las bebidas se está comportando de forma distinta que las demás. En este caso se puede asegurar que para el atributo olor, color, sabor y textura la horchata de arroz ha sido la menos aceptada según el valor de las medianas (4.00).

Se puede asegurar que las tres formulaciones de horchata evaluadas por el panel de catadores fueron aceptadas, con la diferencia que las formulaciones de maíz y sorgo obtuvieron calificaciones superiores a

la de horchata de arroz.

De igual forma es importante destacar que el atributo que obtuvo menor calificación fue el "olor" con

medianas de 4, esto puede ser evidenciado al revisar las medianas obtenidas por los demás atributos en las que se observa que el 50% de las calificaciones son 4 y 5 para las tres formulaciones.

Cuadro 7

Análisis de aceptabilidad según atributo para los atributos de las horchatas

Atributo	P-Valor	Medias			Medianas
		Trat.	Ranks		
Olor	p<0.0001	arroz	461.39	A	4.00
		sorgo	553.06	B	4.00
		maíz	553.06	B	4.00
Color	p<0.0001	arroz	428.07	A	4.00
		sorgo	569.71	B	5.00
		maíz	569.71	B	5.00
Sabor	p<0.0001	arroz	411.71	A	4.00
		sorgo	577.90	B	5.00
		maíz	577.90	B	5.00
Color	p<0.0001	arroz	443.92	A	4.00
		sorgo	561.79	B	5.00
		maíz	561.79	B	5.00

Análisis de aceptabilidad según categorías de edades

Como lo muestra el Cuadro 8, el p-valor es mayor a 0.05 para los atributos de: sabor, olor, color y textura;

por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, es decir estadísticamente no existen diferencias significativas para el atributo "sabor, olor, color y textura" de la horchata de maíz, arroz y sorgo en las 9 categorías de edades.

Cuadro 8

Análisis de aceptabilidad de los atributos de las horchatas según categorías de edades

Atributo	P-valor	Maíz				Sorgo				Arroz				
		CATEdad	N	M	D.E.	Me	N	M	D.E.	Me	N	M	D.E.	Me
Sabor	Maíz y Sorgo: 0.8158 Arroz: 0.7789	C1	33	4.45	0.75	5.00	33	4.45	0.75	5.00	33	3.94	1.09	4.00
		C2	40	4.30	0.85	5.00	40	4.30	0.85	5.00	40	3.88	1.02	4.00
		C3	40	4.30	0.99	5.00	40	4.30	0.99	5.00	40	4.00	0.82	4.00
		C4	45	4.51	0.63	5.00	45	4.51	0.63	5.00	45	4.02	0.97	4.00
		C5	39	4.51	0.76	5.00	39	4.51	0.76	5.00	39	4.13	0.92	4.00
		C6	38	4.53	0.65	5.00	38	4.53	0.65	5.00	38	4.13	0.81	4.00
		C7	43	4.56	0.85	5.00	43	4.56	0.85	5.00	43	3.88	0.85	4.00
		C8	36	4.56	0.69	5.00	36	4.56	0.69	5.00	36	3.81	0.98	4.00
		C9	34	4.53	0.66	5.00	34	4.53	0.66	5.00	34	4.06	0.81	4.00

Atributo	P-valor	Maíz				Sorgo				Arroz				
		CATEdad	N	M	D.E.	Me	N	M	D.E.	Me	N	M	D.E.	Me
Olor	Maíz y sorgo: 0.8284 Arroz: 0.7477	C1	33	4.30	0.68	4.00	33	4.30	0.68	4.00	33	3.88	0.89	4.00
		C2	40	4.18	0.68	4.00	40	4.18	0.68	4.00	40	3.83	0.75	4.00
		C3	40	4.00	0.82	4.00	40	4.00	0.82	4.00	40	3.75	0.93	4.00
		C4	45	4.13	0.73	4.00	45	4.13	0.73	4.00	45	3.87	0.69	4.00
		C5	39	4.15	0.93	4.00	39	4.15	0.93	4.00	39	3.77	0.96	4.00
		C6	38	4.11	0.89	4.00	38	4.11	0.89	4.00	38	4.03	1.03	4.00
		C7	43	4.12	0.85	4.00	43	4.12	0.85	4.00	43	3.98	0.86	4.00
		C8	36	4.28	0.85	4.50	36	4.28	0.85	4.50	36	3.86	0.87	4.00
		C9	34	4.26	0.67	4.00	34	4.26	0.67	4.00	34	3.97	1.00	4.00
Color	Maíz y sorgo: 0.6992 Arroz: 0.6317	C1	33	4.52	0.76	5.00	33	4.52	0.76	5.00	33	4.03	0.88	4.00
		C2	40	4.38	0.59	4.00	40	4.38	0.59	4.00	40	4.10	0.84	4.00
		C3	40	4.23	0.92	4.50	40	4.23	0.92	4.50	40	3.98	0.80	4.00
		C4	45	4.53	0.59	5.00	45	4.53	0.59	5.00	45	4.02	0.84	4.00
		C5	39	4.49	0.68	5.00	39	4.49	0.68	5.00	39	3.90	0.88	4.00
		C6	38	4.53	0.65	5.00	38	4.53	0.65	5.00	38	4.13	0.70	4.00
		C7	43	4.51	0.63	5.00	43	4.51	0.63	5.00	43	4.00	0.79	4.00
		C8	36	4.50	0.65	5.00	36	4.50	0.65	5.00	36	4.19	0.86	4.00
		C9	34	4.53	0.66	5.00	34	4.53	0.66	5.00	34	4.26	0.86	4.50
Textura	Maíz y sorgo: 0.8469 Arroz: 0.2105	C1	33	4.39	0.79	5.00	33	4.39	0.79	5.00	33	4.00	0.94	4.00
		C2	40	4.30	0.79	4.00	40	4.30	0.79	4.00	40	3.93	1.07	4.00
		C3	40	4.28	0.88	4.50	40	4.28	0.88	4.50	40	3.78	1.07	4.00
		C4	45	4.51	0.63	5.00	45	4.51	0.63	5.00	45	4.18	0.78	4.00
		C5	39	4.36	0.81	5.00	39	4.36	0.81	5.00	39	4.00	0.83	4.00
		C6	38	4.50	0.69	5.00	38	4.50	0.69	5.00	38	4.16	0.86	4.00
		C7	43	4.53	0.59	5.00	43	4.53	0.59	5.00	43	3.98	0.86	4.00
		C8	36	4.33	0.76	4.00	36	4.33	0.76	4.00	36	3.92	1.00	4.00
		C9	34	4.32	0.81	4.50	34	4.32	0.81	4.50	34	4.41	0.66	4.50

Prueba de preferencia general

En el instrumento utilizado para la evaluación sensorial, al finalizar las calificaciones de todos los atributos de las tres muestras se presentaba la siguiente interrogante ¿Cuál era su muestra favorita?, el 54%, es decir 189 de 348 encuestados aseguró que la horchata de maíz fue su favorita, en segundo lugar se encuentra la formulación de sorgo ya que el 30% aseguró ser su favorita, por último se encuentra la formulación de arroz, ya que únicamente el 16% de los encuestados seleccionó la horchata de arroz. Por lo que la formulación preferida por los catadores a nivel general es la fórmula de maíz.

CONCLUSIONES

Se determinó que las tres formulaciones tuvieron aceptación, ya que más del 75% de la población encuestada calificó las bebidas con una puntuación arriba del 4.

Estadísticamente hay diferencias significativas según el análisis de aceptabilidad por atributo en la horchata de arroz, aunque no hay diferencias significativas en la formulación de maíz y sorgo; el atributo "olor" con medianas de 4 fue el atributo menos aceptado en las formulaciones.

Estadísticamente no hay diferencias significativas en el análisis de aceptabilidad según categorías de edades, por lo que la edad de la población en estudio

no incide en la aceptabilidad de las horchatas.

A pesar de que las diferencias de las calificaciones estadísticamente no son significativas entre maíz y sorgo, la población identificó por medio de la prueba de preferencia general a la horchata de maíz como la formulación favorita.

Las tres formulaciones en estudio poseen características nutricionales deseables para una bebida funcional sea esta energética, proteica o fibrosa.

La fórmula de sorgo es la que menor costo de producción posee, con un valor de USD \$1.47, seguido de maíz a USD \$1.51 y la de arroz con un costo de USD \$1.54 para la elaboración de 227 g.

Al comparar los valores de porcentajes de humedad y actividad de agua (A_w) de las tres formulaciones, estas se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normativas, lo que permitirá un mejor comportamiento del producto en calidad e inocuidad durante su vida de anaquel.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, R; García, B; Méndez, M. 2016. Desarrollo de una bebida nutritiva instantánea base de sorgo, arroz y soya en apoyo a los programas de alimentación escolar en El Salvador. Tesis para Ingeniería Agroindustrial. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.
- AQUALAB. s.f. Actividad de agua en alimentos. La actividad de agua (A_w). Consultado: 20 sep. 2020. Disponible en: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/09/actividad-del-agua.pdf>
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). s.f. Norma salvadoreña. Mezcla para preparar bebida de horchata. Especificaciones. NSO 67.45.01:06. El Salvador, Centroamérica. p. 2-4
- Delgado, J. 2015. Elaboración de horchata de arroz con diferentes edulcorantes y las características sensoriales del producto. Tesis Ingeniería En Alimentos. Chone, Ecuador, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí. p. 3-21
- FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. Procesados de cereales. Roma, Italia. (En línea). Consultado el 30 jun. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>
- House, Frank. 2006. Agricultural programs, terms and laws (En Línea). Consultado 03 abr 2020. Disponible en: <https://goo.gl/6arO8f>
- INCAP (Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá); OPS (Organización Panamericana de la salud). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala. p. 31-50
- MINSAL (Ministerio de Salud, El Salvador). 2013. Guía alimentaria para las familias salvadoreñas. (En línea, sitio web). Consultado el 6 de mar. 2019. Disponible en https://www.paho.org/els/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=nutricion&alias=1254-guia-alimentaria-para-las-familias-salvadorena&Itemid=364
- NTE (Norma Técnica Ecuatoriana).2010. Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos. NTE INEN 2471:2010. Primera Edición. 9 p.
- Oddone, N. 2017. Promoción de la Transformación Productiva en el Sector Alimentos y Bebidas en El Salvador. (En línea). Banco Interamericano de Desarrollo. 161 p.
- Romero, C. 2005. Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico. Tesis para Ingeniería Agroindustria Alimentaria. Honduras. Zamorano. (En línea, sitio web). Consultado 15 jul. 2019. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5365/1/AGI-2005-T029.pdf>
- Umaña, K. Monterrosa, K. 2012. Estudio de factibilidad tecno-económica para la elaboración de bebida en polvo tipo horchata, a base de *Amaranthus Cruentus*, para su comercialización. Tesis para Ingeniería en Alimentos San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 13 p.



Artículo científico

Evaluación de la calidad microbiológica de hortalizas tratadas con preparados bioorgánicos en la Asociación Cooperativa de Productos Agropecuarios y Servicios Múltiples Productos Orgánicos (ACOPO de R. L.)

Evaluation of the microbiological quality of vegetables treated with bioorganic preparations in the Cooperative Association of Agricultural Products and Multiple Services Organic Products

Gómez-Orellana, R.E.¹

Correspondencia:
ernesto.gomez@ues.edu.sv

Presentado:
22 de enero de 2021
Aceptado:
10 de junio de 2021

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal. Docente de Microbiología y de Calidad e Inocuidad de Productos Agroindustriales

RESUMEN

La investigación consistió en determinar la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en cuatro hortalizas cultivadas orgánicamente: rábano (*Raphanus sativus*), cebollín (*Allium schoenoprasum*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y lechuga (*Lactuca sativa* L. var. longifolia), con preparados bioorgánicos: gallinaza, bocashi y EM-5. También se investigó la presencia de coliformes fecales en agua de riego por aspersión. Los análisis microbiológicos del agua de riego por aspersión en las parcelas, reflejaron estar contaminadas con coliformes fecales, esto indica que no es aceptable para la irrigación de los cultivos. Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, en las hortalizas frescas, reflejaron que de 20 muestras analizadas, solamente dos (rábano y lechuga) de parcelas diferentes, resultaron con presencia de *Escherichia coli*. En el caso de *Salmonella*, no se detectó el patógeno. En las muestras de preparados bioorgánicos: gallinaza, bocashi y EM-5 utilizados en los cultivos, no se detectó *Escherichia coli*. La *Salmonella*, tampoco se encontró en bocashi y gallinaza. El EM-5, tampoco resultó con este patógeno al observarse en los medios XLD y *Salmonella Shigella* ausencia de crecimiento bacteriano. Se elaboró un manual titulado "Buenas Prácticas Agrícolas. Fertilizantes y Productos Bioorgánicos" para promover las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como herramienta para reducir riesgos, peligros microbiológicos y garantizar hortalizas seguras para el consumo, se capacitó a productores asociados a la Cooperativa.

Palabras clave: gallinaza, bocashi, EM-5, *Escherichia coli*, *Salmonella*, Coliformes fecales.

ABSTRACT

The research consisted of determining the presence of *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* in four organically grown vegetables: radish (*Raphanus sativus*), chives (*Allium schoenoprasum*), coriander (*Coriandrum sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa* L. var. longifolia), with bioorganic preparations: chicken manure, bocashi and EM-5. The presence of fecal coliforms in spray irrigation

water was also investigated. The microbiological analysis of the sprinkler irrigation water in the plots showed that it was contaminated with fecal coliforms, which indicates that it is not acceptable for crop irrigation. The results obtained from the microbiological analysis for *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* in fresh vegetables showed that out of 20 samples analyzed, only two (radish and lettuce) from different plots showed the presence of *Escherichia coli*. In the case of *Salmonella*, the pathogen was not detected. In the samples of bioorganic preparations: chicken manure, bocashi and EM-5 used in the crops, *Escherichia coli* was not detected. *Salmonella* was also not found in bocashi and poultry manure. EM-5 was also free of this pathogen, as no bacterial growth was observed in the XLD and Salmonella Shigella media. A manual entitled "Good Agricultural Practices. Fertilizers and Bioorganic Products" was prepared to promote Good Agricultural Practices (GAP) as a tool to reduce risks, microbiological hazards and ensure safe vegetables for consumption. Producers associated with the Cooperative also received training.

Key words: chicken manure, bocashi, EM-5, *Escherichia coli*, *Salmonella*, Fecal coliforms.

INTRODUCCIÓN

El consumo de hortalizas es vital para la salud humana, ya que poseen innumerables propiedades alimenticias, son fuente inagotable de vitaminas, minerales, fibra y energía (Rivera *et al.* 2009). Sin embargo, por su naturaleza física y química, están expuestas a ser contaminadas por diversos microorganismos y entre estos ciertos de patógenos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria (Rivera *et al.* 2009).

Dentro de su cadena de producción, las hortalizas al manejarlas agrónomicamente y cosecharlas en el campo, se exponen a patógenos que pueden llegar a diversas fuentes y formas, entre las que se destacan: manipuladores, insumos utilizados para el cultivo y las herramientas de trabajo, entre otros. La agricultura orgánica, es una modalidad alternativa a la agricultura convencional, que busca la producción de alimentos hortícolas más saludables. Para tal fin, es imprescindible que en el manejo agronómico se usen materiales bioorgánicos a base de ingredientes de origen animal y/o vegetal, entre ellos: fertilizantes e insecticidas, y descartar el uso de agroquímicos sintéticos. No obstante, por su composición, el uso de éstos preparados bioorgánicos en el cultivo de las hortalizas, representa un riesgo de contaminación de patógenos importantes al que debe prestársele importancia, ya que muchas hortalizas son consumidas en fresco. Patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, pueden ser transportados mediante estos preparados. Los patógenos bacterianos

asociados con los alimentos han sido muy bien descritos. Un amplio número de estos se han visto implicados en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos asociados con el consumo de frutas y hortalizas frescas (Rivera *et al.* 2009).

Escherichia coli

Forma parte importante de la microbiota intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente. Su importancia radica en servir como índice sanitario en la microbiología sanitaria, tomándose como contaminante fecal de los alimentos y el agua (Torres 2008).

Salmonella sp.

Es una bacteria patógena para el hombre. Produce una enfermedad de origen alimentario conocida como salmonelosis, que se presenta en formas esporádica y de brotes. Es la causa más común de ETA en diversos países (Torres 2013)

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo, lugar y época de la investigación

La investigación fue de campo y experimental. Se hizo en ACOPO DE R. L., en época seca en parcelas de productores orgánicos. Los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los resultados se compararon con el Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08;

“Alimentos Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos” (RTCA s.f.).

Estos mismos patógenos se investigaron en preparados bioorgánicos utilizados en los cultivos: bocashi, Gallinaza y EM-5. También se investigó Coliformes Fecales en agua de riego, según dicta el “Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales de Costa Rica” (Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud 2007).

Muestreo de hortalizas

En cada parcela se tomaron 100 gramos (g) por cada hortaliza. También datos informativos y georreferenciales de las parcelas.

Metodología estadística para muestreo de las hortalizas.

Se determinó en cada una de las parcelas, la producción en libras de cada una de las hortalizas cosechadas. Se obtuvo un total por hortaliza de las cinco parcelas. Se sumaron las producciones de las cuatro hortalizas, se totalizó en libras (Valor “N”) y para determinar la población total del universo de muestreo, se utilizó la fórmula¹:

$$n = \frac{N(Z\alpha)^2 (p/q)}{(d)^2 (N-1) + (p/q)}$$

Dónde:

n= población total del universo de muestreo.

N= total de libras de todas las hortalizas producidas en las seis parcelas en cierto tiempo.

$(Z\alpha)^2=1.96^2$ si se trabaja al 95%

p= proporción máxima esperada, si las hortalizas están contaminadas (se asume como máximo el 50%= 0.5).

q= 1-p= (1-0.5)= 0.5

d= precisión al 5%

1 Rivas, A. 6 ago. 2015. Métodos de muestreo (mesa redonda). San Salvador, El Salvador, UES.

El valor “n” representó al 100%. Con base a eso se calculó el porcentaje correspondiente de cada hortaliza, según su producción de cosecha (libras) y según dicho porcentaje, se aplicó regla de tres simple para calcular las libras de cada hortaliza para extraer de allí 100 gramos, como muestra definitiva para la hortaliza en cuestión. Se tomó 100 gramos por cada hortaliza. Las plantas se seleccionaron al azar. Los 100 gramos se trasladaron en bolsas ziploc y en hieleras al laboratorio (A. Rivas, comunicación personal, 4 de octubre de 2015).

Muestreo de Bocashi

Se determinó la cantidad total de bocashi almacenado. Se aplicó la misma fórmula utilizada en el muestreo de hortalizas, para calcular la cantidad (libras) a tomar en cuenta para extraer 100 gramos. Estos se depositaron en una bolsa ziploc y se trasladaron al laboratorio en hielera.

Muestreo de EM-5

En un recipiente estéril se depositó 1 L de EM-5 a partir de su almacenaje. Se depositó en hielera y se trasladó al laboratorio.

Muestreo de gallinaza

Se determinó la cantidad total de gallinaza almacenada. Se aplicó la misma fórmula utilizada en el muestreo de hortalizas para calcular la cantidad (libras) a tomar en cuenta para extraer 100 gramos estos se depositaron en una bolsa ziploc y se trasladaron al laboratorio en hielera.

Muestreo del agua de riego

El agua de las parcelas se hizo directamente de los aspersores. Se utilizó recipientes plásticos estériles y se colocaron en los aspersores funcionando. Las muestras se trasladaron al laboratorio en hielera.

Análisis microbiológicos

Para la determinación de *Escherichia coli* en hortalizas y preparados bioorgánicos se empleó la técnica de recuento estándar de colonias en placas

y se utilizó placas Petrifilm. Se pesaron 25 gramos de la muestra, se hizo diluciones y posteriormente la siembra y la incubación por 24 horas a 35°C. Para *Salmonella spp.*, los medios utilizados y el protocolo desarrollado consistió en: i) preenriquecimiento (Caldo lactosado 24 hrs/35°C), ii) enriquecimiento selectivo (Rappaport (24 hrs/42°C) y Tetratonato (24 hrs/35°C)), iii) Prueba presuntiva (Agar XLD y *Salmonella-Shigella* (24hrs/35°C)) y iv) pruebas confirmativas (Voges Proskauer, Indol, TSI, Rojo de Metilo y Movilidad (MIO) 24hrs/35°C) (Universidad de El Salvador 2013). Los resultados se compararon con los criterios microbiológicos del Reglamento Técnico Centroamericano correspondiente al grupo de frutas y vegetales frescos (RTCA s.f.).

Para la determinación de Coliformes fecales en agua, se empleó la técnica del Número Más Probable (NMP) (Aycachi 2008). Se inoculó 10, 1 y 0.1 ml en tres series de cinco tubos. Los medios utilizados y el protocolo desarrollado consistió en: i) Prueba presuntiva (Caldo LMX Fluorocult 24hrs/35°C) y ii) prueba confirmativa (Caldo EC 48hrs/44.5°C).

Elaboración de Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de fertilizantes bioorgánicos

Se creó un manual técnico titulado: “Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la Elaboración de Fertilizantes Bioorgánicos”, con el fin de entregarlo a ACOPO de R. L. y a productores asociados, para que sea un documento práctico de consulta en un momento determinado. Se escribió de manera comprensible para dar a conocer aspectos importantes y fundamentales relacionados con la preparación, manejo y aplicación de fertilizantes bioorgánicos y otros preparados bioorgánicos bajo la modalidad de Buenas Prácticas Agrícolas.

La información contenida en el manual se obtuvo de fuentes bibliográficas confiables, y se enriqueció con dibujos y fotografías para facilitar la comprensión del mensaje a transmitir.

Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas en la elaboración de preparados bioorgánicos

Se realizó una capacitación dirigida a productores asociados a ACOPO de R. L. para dar a conocer los resultados obtenidos en la investigación y presentar tópicos importantes sobre Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas en la elaboración de preparados bioorgánicos en la producción de hortalizas bajo la modalidad de agricultura orgánica. Para tal actividad, se convocó a los productores de la Cooperativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

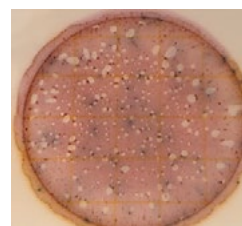
Verificación de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en hortalizas frescas

Escherichia coli

Se analizaron las 20 muestras de hortalizas obtenidas de las cinco parcelas. Se utilizaron placas petrifilm. Se buscó la formación de colonias características; *E. coli*: colonias azules con formación de gas (Petrifilm Microbiology 2009) (Figura 1).

Figura 1

Placa Petrifilm: *E. coli* (Coliformes fecales; azules con formación de gas)



Se hizo recuento de colonias características de *E. coli*. De las 20 muestras de hortalizas analizadas, solamente rábano y lechuga de dos parcelas diferentes, presentaron *Escherichia coli*, en todas las demás no se encontró este patógeno. Las hortalizas fueron irrigadas por aspersión, para lo cual, FDA-CFSAN (1998), señalan que el agua puede transmitir muchos microorganismos, como las variedades patógenas de *Escherichia coli*.

El rábano y la lechuga, hortalizas con hojas anchas y rugosas, son más vulnerables a la adopción de

patógenos (FDA-CFSAN 1998), indicando que las hortalizas con superficies amplias, se puedan adherir con facilidad o quedar atrapados organismos patógenos (superficies rugosas, por ejemplo), teniendo mayor riesgo de contaminación.

La irrigación de las hortalizas se efectúa principalmente por la mañana, por tanto, Bihn *et al.* (2004), mencionan que al aplicar riego por aspersión durante la mañana, genera máxima eficiencia del uso de agua y reduce el tiempo de secado de las hojas. Un secado rápido y la luz ultravioleta reduce la supervivencia de los patógenos, tanto de vegetales como de humanos, en los cultivos. Esto puede explicar en parte la ausencia de *Escherichia coli* en las demás hortalizas.

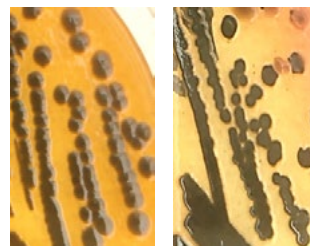
Las 20 muestras de hortalizas representan un 100%, con esto se puede decir que solo un 10% resultó con contaminación. La mayoría de las hortalizas pueden consumirse con la seguridad de que no causarán enfermedad por *Escherichia coli*.

Salmonella spp.

El género *Salmonella* está constituido por dos especies: *S. enterica* y *S. bongori*. Cepas de *S. enterica* subesp. *Entérica*, habitan en animales de sangre caliente, mientras que el resto de cepas pertenecientes a la especie *bongori*, habitan en animales de sangre fría y medio ambiente. Para la verificación de *Salmonella spp.* en las muestras de hortalizas se utilizó los agares XLD y Salmonella Shigella. La selectividad en Agar Salmonella- Shigella y XLD es alta (Terragno *et al.* 2008).

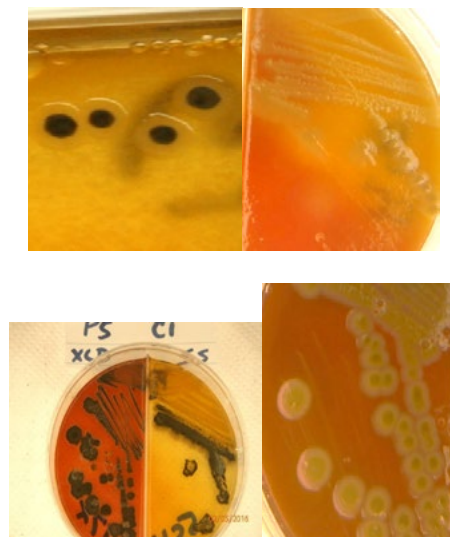
Se buscaron posibles colonias sospechosas. En Agar Salmonella-Shigella (SS) las colonias características se presentan incoloras, transparentes con centro negro debido a la reducción del azufre y halo delgado claro. Estas bacterias no fermentan la lactosa en este medio, a diferencia de otras bacterias entéricas que si lo hacen como *Proteus* y que también reducen el azufre (Leboffe y Pierce 2011), como resultado de la fermentación de lactosa se produce viraje de color (Figura 2).

Figura 2
Crecimiento de variadas colonias y viraje de color en agar Salmonella-Shigella



El Agar XLD es un medio selectivo y diferencial que contiene desoxicolato de sodio, xilosa, L-lisina y citrato de amonio férrico. La xilosa es un hidrato de carbono fermentable, la L-lisina es un aminoácido para la descarboxilación y el citrato de amonio férrico es un indicador de reducción de azufre. El rojo fenol es amarillo cuando es ácido y rojo o rosa cuando es alcalino, este funciona como indicador de pH. Los organismos que fermentan la xilosa acidificarán el medio y producirán colonias amarillas. Organismos como *Proteus* son capaces de reducir el azufre, produciendo un precipitado negro (Leboffe y Pierce 2011). Las especies de *Salmonella* aparecen como colonias rojas con centros negros (Terragno *et al.* 2008), esto debido a la reducción de azufre (Figura 3). Las colonias de Salmonella se muestran en el Cuadro 1.

Figura 3
Crecimiento de variadas colonias en agar XLD



Cuadro 1

Determinación de colonias sospechosas de *Salmonella spp.* en Agar XLD y Agar *Salmonella-Shigella* (ASS) en muestras de hortalizas

Parcela	Muestra Hortaliza	Colonias sospechosas	
		ASS	AXLD
1	Cilantro	X	X
	Lechuga	X	X
3	Cebollín		X
	Rábano		X
5	Cilantro	X	X

Se pasaron a pruebas bioquímicas las colonias sospechosas por reducir el azufre con producción de H₂S, mostraron color negro. Las pruebas bioquímicas empleadas; y recomendadas entre otras por Le Minor y Richard, citados por autores (Terragno *et al.* 2008), fueron de Indol, Movilidad, Rojo de Metilo, Voges Proskauer y TSI.

La mayoría de las serovariedades (99.8%) de *Salmonella* aisladas del hombre y de los animales de sangre caliente pertenecen a *Salmonella enterica* subesp. *enterica* y tienen propiedades bioquímicas características (Terragno *et al.* 2008) (Cuadro 2).

Cuadro 2

Reacciones a Pruebas bioquímicas de *Salmonella spp*

<i>Salmonella spp.</i>				
I	RM	VP	MIO	TSI
				K/A
-	+	-	+	(H ₂ S)

I: Indol, RM: Rojo de Metilo, VP: Voges Proskauer, MIO: Movilidad Indol Ornitina, TSI: Tres azúcares y hierro.
Fuente: Terragno, 2008

Los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas a partir de colonias sospechosas, según muestra de hortaliza (Cuadro 3), se observa que las cinco pruebas bioquímicas no son iguales, no coinciden todas al compararse con resultados indicados en el Cuadro

2, según debería ser para especies de *Salmonella*. Por ejemplo, ninguna prueba de TSI resultó ser K/A, por tanto, no hubo fermentación de glucosa y ninguna produjo H₂S, esta prueba fue determinante para confirmar la ausencia de *Salmonella* en las muestras. Estudios de Terragno *et al.* (2008), indican que en aislamientos de *Salmonella spp.*, el 100% han reaccionado positivamente a la prueba TSI en la fermentación de glucosa, produciéndose resultados alcalino sobre ácido (K/A), y un 91.6% con producción de H₂S. También, en la mayoría de los casos, los resultados de la prueba rojo de metilo y de Voges Proskauer son similares, es decir positivas. Al respecto, estudios realizados (Terragno *et al.* (2008), señalan que el 100% de aislamientos han reaccionado negativo a la prueba Voges Proskauer y que la mayoría de los miembros de la familia Enterobacteriaceae, a la cual pertenece *Salmonella*, dan reacciones opuestas entre el rojo de metilo y VP.

Por tanto, al no coincidir completamente todas las reacciones y al destacar los resultados en la prueba del TSI, todas las muestras de hortalizas estudiadas resultaron negativas para patógeno.

Al determinarse ausencia en las muestras de hortalizas y comparar estos resultados con los criterios microbiológicos del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA s.f.) (Cuadro 4), se reporta que estas son aceptables para el consumo y que por haber ausencia de *Salmonella spp.* no representan riesgo de contraer enfermedad al consumirse.

Cuadro 3

Resultados de pruebas bioquímicas a colonias sospechosas en agares XLD y SS en muestras de hortalizas

P	MH	AGAR XLD/SS	I	RM	VP	MIO	TSI
1	Ci	XLD	-	+	+	+	A/A H ₂ S
		SS	-	+	+	+	A/A

P	MH	AGAR XLD/SS	I	RM	VP	MIO	TSI
	Le	XLD	-	-	+	-	A/A
		SS	-	+	+	+	A/A H2S
3	Ce	XLD	-	+	+	+	A/A H2S
		SS	-	+	+	+	A/A H2S
	Rá	XLD	-	+	+	+	A/A H2S
5	Ci	XLD	-	-	-	+	A/A
		SS	-	+	+	-	A/A

P: Parcela, MH: Muestra hortaliza, Ci: Cilantro, Le: Lechuga, Ce: Cebollín, Ra: Rábano, XLD: Agar Xilosa Lisina Descarboxilasa, Agar Salmonella-Shigella, I: Indol, RM: Caldo Rojo de Metilo, VP: Caldo Voges Proskauer, MIO: Medio Movilidad Indol Ornitina, TSI: Triple Azúcar Hierro, A/A: ácido sobre ácido, H2S: ácido sulfhídrico.

Cuadro 4

Crterios microbiológicos del Reglamento Técnico Centroamericano para hortalizas en relación a Salmonella y E. coli.

Parámetro	Límite máximo permitido
Salmonella ssp/25 g	Ausencia
Escherichia coli	10 ² UFC/g

Fuente: Tomado del Reglamento Técnico Centroamericano. RTCA 67.04.50:08

Cuantificación de Coliformes Fecales en agua para riego de hortalizas frescas.

El agua aplicada en los cultivos, proviene de un río cercano de la zona y esta se conduce en tubería por gravedad hasta las parcelas, en donde -con el empleo de aspersores- se lleva a cabo el riego (Figura 4). El agua superficial es la fuente más común para la irrigación de cultivos de hortalizas; sin embargo, se considera como posible fuente de microorganismos peligrosos, ya que puede tener patógenos que causan enfermedades (Bihn *et al.* 2004). En los lugares donde se desconoce o no se pueda controlar dicha calidad, se debe considerar la adopción de prácticas de riego adecuadas para reducir el contacto entre el agua y la parte comestible del cultivo (Quintanilla 2014). La comunidad científica en general coincide en que las prácticas de riego que exponen la parte comestible de las plantas al contacto directo con agua contaminada,

pueden incrementar el riesgo microbiológico (FDA-CFSAN 1998).

Figura 4

Riego con aspersores en las parcelas.

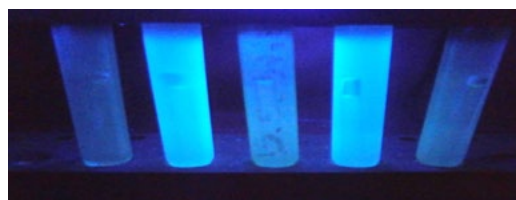


Bihn *et al.* (2004), recomiendan utilizar riego por goteo siempre que sea posible. Este método reduce el riesgo de contaminación de los cultivos, porque las partes comestibles de la mayoría de los cultivos no se mojan directamente.

Se empleó Caldo LMX Fluorocult para investigar coliformes fecales. Viraje de color y fluorescencia del medio: coliformes fecales (Universidad de El Salvador 2013) (Figura 5).

Figura 5

Caldo LMX Fluorocult fluorescentes; positivo para coliformes fecales (E. coli).



Se realizó también prueba de Indol en los tubos positivos fluorescentes, dando como resultado reacción positiva a la detección de este producto metabólico químico como resultado de la degradación del triptofano (Figura 6).

Figura 6

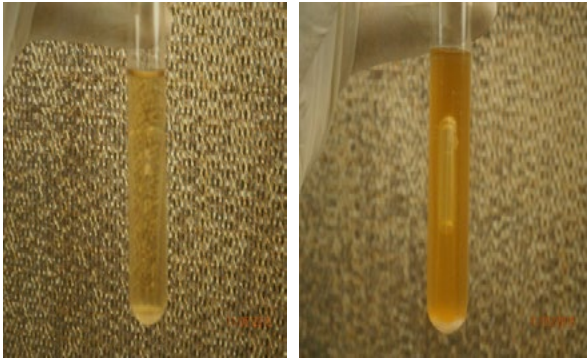
Detección de indol con reactivo de Kovac (anillo rojo) como prueba confirmatoria de presencia de E. coli.



A partir de los tubos positivos, se inoculó en tubos con Caldo EC, para confirmar la presencia de coliformes fecales. Los tubos con turbidez y formación de gas en campana de Durham indicaron positivo para *Escherichia coli* (Coliformes fecales) (Figura 7).

Figura 7

Caldo EC sin inocular y con turbidez y formación de gas en campana de Durham, indicativos de crecimiento de *E. coli*.



Se utilizó el Número Más Probable (NMP) por mililitro de agua para detectar coliformes fecales, según muestra de agua por parcela (Cuadro 5).

Cuadro 5

NMP de Coliformes Totales y Coliformes Fecales por mililitro de agua en muestra de agua de río

N° Parcela	Caldo LMX (Valores NMP/ml de agua en muestras de agua de riego).	
	Coliformes Fecales	
1	23	
2	33	
3	49	
4	79	
5	63	

Las cinco muestras resultaron contaminadas con coliformes fecales, esto indica que no es agua aceptable para la irrigación de los cultivos. Si bien es cierto, los coliformes fecales están presentes en el agua, en cantidad que no superan los 1000 NMP/100 ml por muestra que señala la "Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales" de Costa Rica (Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud 2007). Esto significa que el agua en su uso

es segura para que las hortalizas no representen riesgo de enfermedad al ser consumidas. El agua preferiblemente debe ser potable, ya que contacta directamente a alimentos frescos de consumo inmediato, consecuentemente para el caso, ésta no es recomendable para una producción libre de patógenos, pero es aceptable de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 6.

Cuadro 6

Criterio microbiológico para valorar la calidad microbiológica del agua de riego en hortalizas frescas

Parámetro	Límite máximo permitido en NMP/100 ml para la utilización del agua
Coliformes fecales NMP/100 ml	1000 CF

Fuente: Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud 2007.

El agua de uso agrícola es frecuentemente un recurso compartido. En algunas regiones procede de aguas superficiales que recorren ciertas distancias antes de llegar al área de cultivo (Quintanilla 2014).

Al trasladar el agua mediante tubería directamente del río hacia las parcelas, se demuestra que este es fuente y vehículo de coliformes fecales (Figura 8). Investigadores de la Universidad de California concluyeron tras previos estudios de la calidad del agua de riego que 1,000 coliformes fecales en 100 ml de agua era aceptable basado en estudios de sobrevivencia de varios patógenos en las hortalizas. Si se utiliza agua superficial para el riego por aspersión, se debe examinar la fuente de agua (Bihn *et al.* 2004).

La calidad del agua puede ser más importante en casos donde entra en contacto directo con la parte comestible de la planta, especialmente cerca del periodo de cosecha. El conocimiento de la calidad del agua de riego determinará en la selección de las prácticas de riego que reduzcan los riesgos de esparcir

patógenos al producto fresco. Los riesgos de microbios en el riego por aspersión son reducidos al utilizar agua potable (Bihn *et al.* 2004).

Figura 8

Pileta para provisión de agua en río donde se conectan tubos que la trasladan hacia las parcelas



El agua de río no es potable, por tanto, no es de buena calidad microbiológica para ser empleada en la irrigación de las hortalizas. Esta agua –conducida en tubos ensamblados– se contamina en los puntos de unión de los tubos donde han sido enmendados artesanalmente.

Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en preparados bioorgánicos

Los preparados utilizados en las parcelas son gallinaza, bocashi y EM-5. La gallinaza la compran los productores y generalmente a un mismo proveedor, el bocashi y el EM-5 son preparados por ciertos productores asociados a la Cooperativa, quienes los comercializan a los otros productores para el uso en sus diferentes parcelas. Se recolectó una muestra de gallinaza por cada parcela, y una muestra de bocashi y EM-5.

Escherichia coli

Se emplearon placas petrifilm, se realizó recuento de colonias características de la misma manera que se hizo para investigar este patógeno en las hortalizas. Tanto en la gallinaza, como en el bocashi y el EM-5, no se encontró presencia del patógeno. Esto significa que los preparados bioorgánicos son seguros y se pueden aplicar a los cultivos de las hortalizas, ya que no suponen riesgos microbiológicos de contaminación con este patógeno.

Salmonella spp.

Para el análisis microbiológico y la observación de colonias sospechosas al igual que para los análisis de las hortalizas, se emplearon los mismos medios de cultivos y pruebas bioquímicas como medios confirmatorios. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 7.

Se observaron las reacciones preestablecidas que tiene *Salmonella spp.* a las pruebas bioquímicas empleadas, mostradas en el Cuadro 2. En el caso de las cinco muestras de gallinaza, al compararse los resultados obtenidos con los indicados en el referido cuadro, se evidencia que no coinciden los resultados de todas las pruebas –si bien algunas–, y en ninguna de las pruebas de TSI se presentó producción de ácido sulfhídrico, que es una propiedad fisiológica característica de este patógeno. En la mayoría de los casos la prueba de Indol reportó ser positivo, esto no corresponde a lo preestablecido por la bacteria que indica lo contrario, es decir, negativo. También, en la mayoría de casos los resultados de las pruebas Rojo de metilo y de Voges Proskauer son similares, lo que contrasta con los resultados preestablecidos que indican que éstos deben ser opuestos.

Lo anterior demuestra que el empleo de este biopreparado por los productores en los cultivos es seguro para este patógeno, además de ser incorporado al suelo antes de la siembra. Bihn *et al.* (2004), sugieren la incorporación, puesto que se sabe que muchos patógenos perjudiciales no sobreviven por mucho tiempo en el suelo.

En el caso del bocashi, las pruebas de Indol y Voges Proskauer resultaron positivas, esto demuestra la no confirmación del patógeno *Salmonella*, ya que como se presenta en el Cuadro 2, este patógeno es negativo a las mismas. Además, no existió producción de ácido sulfhídrico en la prueba de TSI (a pesar de la fermentación de glucosa manifestado por ser K/A). Por tanto, esté preparado bioorgánico no se considera vehículo de este patógeno, por tanto es seguro su empleo en el cultivo de las hortalizas.

Cuadro 7

Determinación de *Salmonella spp.* en muestras de preparados bioorgánicos

Parcela	PB	Colonias sospechosas <i>Salmonella spp.</i>		Pruebas Bioquímicas				
		ASS	A XLD	I	RM	VP	M I O	TSI
1	G	X		-	-	-	-	A/A
2	G		X	-	-	+	-	K/A GAS
3	G		X	+	-	+	+	K/A GAS
4	G	X	X	+	+	+	+	K/A GAS
5	G		X	+	-	-	-	K/A
	B	X		+	+	+	+	K/A GAS
EM-5		Ninguna	Ninguna					

PB: Preparado Bioorgánico, G: Gallinaza, B: Bocashi, ASS: Agar Salmonella-Shigella, AXLD: Agar Xilosa Lisina Descarboxilasa, RM: Rojo de Metilo, VP: Voges Proskauer, MIO: Movilidad Indol Ornitina, TSI: Agar Triple Azúcar y Hierro, A/A: ácido sobre ácido, K/A: alcalino sobre ácido.

El bocashi como preparado bioorgánico, es elaborado localmente para luego ser comercializado a los productores asociados a ACOPO de R. L., se elabora con materiales sólidos de desecho: carbón, granza, melaza, lechugas y gallinaza, entre otros (que contiene estiércol de gallinas). La materia fecal animal es una fuente conocida de microorganismos patógenos que puede causar enfermedades transmitidas por los alimentos. El bocashi, como parte de su preparación se voltea diariamente para que los procesos químicos-biológicos internos se lleven a cabo eficazmente. Los desechos biológicos sólidos constituyen un fertilizante inócuo y efectivo si se tratan debidamente (FDA-CFSAN 1998).

Se puede utilizar una variedad de tratamientos para reducir los microorganismos patógenos. Estos tratamientos se basan principalmente en el paso del tiempo y en factores ambientales (como la presencia de rayos ultravioletas) para reducir el nivel de microorganismos patógenos (FDA-CFSAN 1998).

El tratamiento del bocashi, se lleva a cabo en un área alejada de los cultivos y una vez finalizado el proceso,

se deja pasar el tiempo y se mantiene almacenada (Figura 9) antes de aplicarse a las parcelas. (Bihn *et al.* (2004), instruyen que se debe almacenar lo más lejos posible de las áreas en que se cultivan y se manejan las hortalizas frescas, como mecanismo para evitar su contaminación.

Se desconoce hasta qué punto los microorganismos patógenos que sobreviven al tratamiento pueden volver a multiplicarse en el estiércol tratado que se almacena antes de su utilización. En la conversión del estiércol en abono (como el estiércol contenido en la gallinaza), es importante dejar pasar el tiempo. Al igual que en otros tratamientos esto reduce los microorganismos patógenos (FDA-CFSAN, 1998).

En el caso del EM-5, no se hizo análisis con pruebas bioquímicas, porque no hubo crecimiento bacteriano en los medios diferenciales, es decir, en los agares XLD y SS (Figura 10). Al no producirse crecimiento, se confirma ausencia del patógeno.

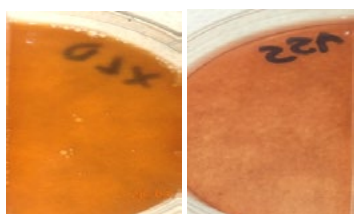
Figura 9

Almacenamiento de bocashi en área alejada de los cultivos, donde se deja pasar el tiempo antes de aplicarse a las parcelas



Figura 10

Ausencia de crecimiento en agares XLD y Salmonella Shigella



Elaboración de manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Fertilizantes y productos bioorgánicos.

Se elaboró un manual técnico titulado: “Buenas Prácticas Agrícolas. Fertilizantes y Productos Bioorgánicos” (Figura 11), dirigido principalmente a productores asociados a ACOPO de R. L. quienes utilizan en sus cultivos algunos fertilizantes y otros productos preparados de manera bioorgánica.

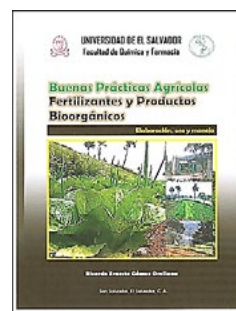
El manual se elaboró con la finalidad de apoyar en el conocimiento y uso de productos bioorgánicos. Los productores que utilicen estiércol o desechos biológicos sólidos, tienen que adoptar las instrucciones del manual “Buenas Prácticas Agrícolas” para reducir en lo posible el riesgo microbiológico. El manual contiene sugerencias o consejos de buenas prácticas aplicables en las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos, desde la selección de la parcela antes de la siembra hasta la cosecha y actividades de poscosecha. El uso del manual “Buenas Prácticas Agrícolas”, puede reducir el riesgo de contaminación microbiológica de hortalizas (FDA-CFSAN 1998).

Las sugerencias están enfocadas al uso del agua, manejo del suelo, uso de fertilizantes, actitud de trabajadores agrícolas, condiciones de instalaciones,

entre otros, y manifiestan de manera implícita la importancia de atenderlos en la medida de lo posible para la producción de hortalizas inocuas. El manual se entregó formalmente en un acto oficial preparado en las instalaciones de ACOPO de R. L.

Figura 11

Portada de Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Fertilizantes y Productos Bioorgánicos



Capacitación a productores de ACOPO de R.L. sobre Buenas Prácticas Agrícolas en la Elaboración de Fertilizantes y Productos Bioorgánicos.

Se desarrolló en ACOPO de R. L., capacitación a cerca de las buenas prácticas agrícolas (APA) en la elaboración de fertilizantes y productos bioorgánicos. Es imprescindible contar con trabajadores agrícolas capacitados para la labor que desempeñarán (Quintanilla 2014). La capacitación fue dirigida a productores de hortalizas frescas cultivadas orgánicamente asociados a la Cooperativa. En la capacitación se expuso definiciones, importancia y sugerencias relativas a las BPA, dentro de las cuales se enfatizó la importancia de aplicarlas en la elaboración, manejo y uso de productos bioorgánicos utilizados por ellos en sus parcelas.

Como resultado de ésta capacitación, los productores obtuvieron conocimiento de los riesgos y peligros asociados con malas prácticas agrícolas, con el mal uso y manejo de productos bioorgánicos, tomando en consideración la falta de higiene y la creación de ambientes favorables para patógenos. También, se enfatizó en la importancia de cultivar hortalizas libre de patógenos y por consiguiente que no enfermen a la población que los consume frescos.

CONCLUSIONES

Las hortalizas frescas analizadas microbiológicamente en este estudio, son inocuas en el 90% y 100% para el caso de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, respectivamente.

El riego por aspersión no es el adecuado para el cultivo de las hortalizas, el agua presentó coliformes fecales, sin superar los 1000 CF/100 ml que declara la normativa consultada.

Las hortalizas de hoja ancha como rábano y lechuga, son especialmente vulnerables a contaminación por patógenos a través del agua de riego, debido a que exponen mayor área superficial de contacto en sus hojas.

La aplicación de gallinaza, EM-5 y bocashi en el cultivo de las hortalizas no representa riesgo de contaminarlas.

El Manual “Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Fertilizantes y Productos Bioorgánicos”, es de gran beneficio para los productores de ACOPO de R.L., ya que les proporciona algunos principios básicos y prácticas recomendadas para reducir al mínimo el riesgo microbiológico en la producción de las hortalizas frescas.

AGRADECIMIENTOS

A la Asociación Cooperativa de Productos Agropecuarios y Servicios Múltiples Productos Orgánicos (ACOPO de R.L.) y a sus productores asociados por su colaboración para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aycachi Inga R. 2008. Determinación de Coliformes Totales y Fecales. Método de recuento por dilución en tubo: NMP (En línea). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Escuela Profesional de Biología; Consultado 29 may. 2015. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos89/determinacion-coliformes-totales-fecales/>

determinacion-coliformes-totales-fecales.shtml

Bihn EA., Rangarajan, A., Gravani RB., Scott DL., Pritts MP, Vidal JR. 2004. La Seguridad de los Alimentos Empieza en el Campo: Una Guía para el Productor Buenas Prácticas Agrícolas para Frutas y Hortalizas Frescas. (en línea). New York, EEUU, Universidad de Cornell. 32p. Consultado 22 de Nov. 2020. Disponible en <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/2210>

FDA-CFSAN (U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration (FDA) - Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN)). 1998. Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas Frescas. (en línea). 50 p. Consultado 10 de Nov. 2015. Disponible en <https://www.fda.gov/media/77823/download>

Leboffe, MJ, Pierce BE. 2011. A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory. Morton Publishing, United States of America. 253 p.

Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud. 2007. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales de Costa Rica (en línea). Decreto No. 33903-MINAE-S. Diario Oficial La Gaceta No. 178. Costa Rica. 16 p. Consultado 24 Nov 2015. Disponible en <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20evaluaci%C3%B3n%20y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20calidad%20de%20cuerpos%20de%20agua%20superficiales.pdf>

Petrifilm™ Microbiology 3M™. 2009. Guía de interpretación. Placas Petrifilm™ para el recuento de E. coli/Coliformes. (en línea) Consultado 24 de Sep 2016. Disponible en: http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf

Quintanilla Escobar ZA. 2004. Manual ilustrado de buenas prácticas agrícolas para la producción con inocuidad de frutas y hortalizas, considerando el Cambio Climático. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). La Paz, Bolivia. 81 p.

RTCA s.f. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Reglamento Técnico

- Centroamericano. NSO. RTCA. 67.04.50:08. (en línea). 36 p. Consultado 7 Ago. 2020. Disponible en https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf
- Rivera Jacinto M, Rodríguez Ulloa C, López Orbegoso J. 2009. Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamara. Rev Peru Med Exp Salud Pública; 26(1). Perú (en línea). Consultado 29 May. 2020. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/medicina_experimental/v26_n1/pdf/a09v26n1.pdf
- Terragno R, Caffer M, Insztein N. 2008. Manual de Procedimientos Diagnóstico y caracterización de *Salmonella spp.* (en línea). Cordova, Argentina, Ministerio de Salud. Consultado 6 May. 2018. Disponible en http://bvs.panalimentos.org/local/File/Manual_Salmonella_2008.pdf
- Torres C. 2008. Temas de Higiene de los Alimentos. Ciencias Médicas. La Habana, Cuba. 387 p.
- Torres V. 2013. Riesgos asociados al consumo de alimentos. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Guadalajara, México. 449 p.
- Universidad de El Salvador. 2013. Manual de laboratorio. Microbiología de alimentos. Facultad de Química y Farmacia, UES. CENSALUD. 56 p.



Presencia de amibas de vida libre en caracol comestible (*Pomacea flagellata* Say, 1827) en seis cuerpos de agua de El Salvador

Presence of free-living amoeba in edible snail (*Pomacea flagellata* Say, 1827) in six bodies of water in El Salvador

Ruano-Iraheta, C.E.¹, Erroa-Ramos, I.R.¹, Hernández-Martínez, M.A.¹, López-Claros, S.I.¹, Ramos-Sosa, R.A.¹, Tejada-Mejía, R.W.¹, Aguirre-Sandoval, J.A.¹, Portillo-Segovia, N.¹, Chacón-Piche, M.¹, Benavides, R.¹

Correspondencia:
carlos.ruano3@ues.edu.sv

Presentado:
02 de mayo de 2021
Aceptado:
02 de julio de 2021

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

RESUMEN

Con el fin de determinar la presencia de parásitos en el caracol comestible (*Pomacea flagellata*), se tomaron muestras de dicha especie en seis cuerpos de aguas nacionales en un periodo que comprende de julio 2010 a marzo de 2019. Se anotaron datos de la biomasa de dicho caracol y mediante técnicas de disección se realizaron diagnósticos parasitológicos. Según los hallazgos se puede afirmar que en el embalse Cerrón Grande se encontró el mayor peso total (incluye concha): 27±4.5 gramos y mayor peso de material comestible (sin concha): 11.3±1.4 gramos. El mayor rendimiento de material comestible correspondió a los estanques acuícolas de Nueva Concepción: 50.23 ± 1.9 %. En los diagnósticos parasitológicos no se encontraron metazoarios, pero se identificaron los protozoarios siguientes: quistes de las amibas de vida libre de *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*, *Chilomastix mesnili* y *Entamoeba coli*. El porcentaje de dichos protozoarios encontrados en los caracoles fue variable: *Endolimax nana* con 30.00%, *Iodamoeba butschlii* con 25.83%, *Chilomastix mesnili* con 17.50%, *Entamoeba coli* con 4.17% y sin ninguna especie 22.50%. La conclusión principal fue la siguiente: se confirmó la presencia de quistes de cuatro especies de amibas de vida libre en el caracol comestible (*Pomacea flagellata*) en cuerpos de agua de El Salvador.

Palabras clave: Caracol, *Pomacea flagellata*, diagnóstico parasitológico, amibas de vida libre.

ABSTRACT

In order to determine the presence of parasites in the edible snail (*Pomacea flagellata*), samples of this species were taken in six national water bodies from July 2010 to March 2019. Data on the biomass of said snail were recorded and through dissection techniques parasitological diagnoses were made. According to the findings, it can be affirmed that the Cerrón Grande reservoir had the highest total weight (including shell): 27 ± 4.5 grams and the highest weight of edible material (without shell): 11.3 ± 1.4 grams. The highest yield of edible material corresponded to the Nueva Concepción aquaculture ponds: 50.23 ± 1.9%. No metazoans were found in the parasitological diagnoses, but the following protozoa were identified: cysts of the free-living amoebae of *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*, *Chilomastix mesnili* and *Entamoeba coli*. The percentage of said protozoa

found in snails was variable: *Endolimax nana* with 30.00%, *Iodamoeba butschlii* with 25.83%, *Chilomastix mesnili* with 17.50%, *Entamoeba coli* with 4.17% and without any species 22.50%. The main conclusion was the following: the presence of cysts of four species of free-living amoebas was confirmed in the edible snail (*Pomacea flagellata*) in water bodies of El Salvador.

Keywords: Snail, *Pomacea flagellata*, parasitological diagnosis, free-living amoebae.

INTRODUCCION

El género *Pomacea* tiene una distribución geográfica tropical y subtropical. Está localizado en América, India, Archipiélago Malayo y la isla Célebes. En América se encuentra desde Georgia y Florida, el este de México hasta Argentina (Reyes Santizo 1997). En El Salvador fue introducido en 1957 (Jiménez y Santamaría 2008). Se observó inicialmente en la laguna El Espino en Ahuachapán, luego en el Cerrón Grande y Laguna El Jocotal (MARN-IABIN s.f.). En comunidades de escasos recursos se captura y consume caracol (*P. flagellata*), y según PREPAC (2006) es una de las especies hidrobiológicas de importancia comercial en algunos cuerpos de agua de El Salvador. *P. flagellata* contiene un porcentaje de proteína de 60.20% y bajo contenido en grasa (Jiménez y Santamaría 2008). Los caracoles (*P. flagellata*) son facultativos. Se pueden alimentar de pequeñas partículas y se reproducen fácilmente, tanto en hábitats naturales como en estanques artificiales y acuarios (Amador del Ángel *et al.* 2006), por lo que se puede afirmar que es un cultivo de fácil manejo, alta reproducción y gran adaptabilidad en hábitats naturales o artificiales.

Existen riesgos para la salud humana al consumir caracoles de agua dulce. En Ecuador, se han identificado los huéspedes intermediarios del parásito nematodo *Angiostrongylus cantonensis*, entre los cuales se encuentran los caracoles dulceacuícolas del género *Pomacea* spp (Solórzano Álava 2014). Además, las amebas de vida libre producen en el hombre enfermedades de curso diverso; desde cuadros agudos y fatales con componentes de predominio necrótico a enfermedades crónicas con reacción inflamatoria granulomatosa. Las características de las enfermedades humanas producidas por estas amebas, sólo han sido reconocidas durante los últimos 30 años, ya que el número de humanos infectados por

amebas de vida libre es bajo en relación al número de pacientes con *Entamoeba histolytica* (Oddó Benavides 2006).

El Proyecto de investigación, aportó los recursos necesarios para realizar los diagnósticos parasitológicos en caracoles comestibles (*P. flagellata*) de seis cuerpos de agua de El Salvador, con el fin de obtener información para divulgar la implementación de medidas de higiene en el consumo de *P. flagellata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación inició en julio de 2010 con la ubicación geográfica de los cuerpos de agua nacionales en los cuales se encontraron caracoles (*P. flagellata*), luego se caracterizó la biomasa de dichos caracoles, seguido de los diagnósticos parasitológicos, los cuales finalizaron en marzo de 2019.

Para ubicar geográficamente los cuerpos de aguas nacionales, se seleccionaron los lugares de muestreo según información preliminar obtenida de ingenieros agrónomos, biólogos y de comunidades ubicadas alrededor de lagos, lagunas, ríos, canales de riego y estanques.

Se capturaron 15 caracoles adultos (*P. flagellata*) por cada cuerpo de agua. La cantidad de muestras (n=15) correspondió a la cantidad autorizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para este proyecto.

Los diagnósticos parasitológicos se efectuaron en muestras provenientes de la Laguna de Metapán (Departamento Santa Ana) con coordenadas 14°18'12.15"N, 89°27'54.79"W; la Laguna Clara (Departamento Santa Ana) con coordenadas 14°17'50.20"N, 89°27'54.34"W; estanques de Atiocoyo (Departamento La Libertad) con coordenadas 13°59'50.31"N, 89°17'29.96"W; estanques de Nueva Concepción (Departamento de Chalatenango) con

coordenadas $14^{\circ}07'37.78''N$, $89^{\circ}17'00.66''W$; Laguna de Chanmico (Departamento de La Libertad) con coordenadas $13^{\circ}46'31.87''N$, $89^{\circ}21'21.43''W$; y del Embalse Cerrón Grande, Chalatenango con coordenadas $13^{\circ}58'11.50''N$ y $89^{\circ}0'25.73''W$.

Los 15 caracoles que se capturaron por cada cuerpo de agua, se depositaron en un recipiente plástico con capacidad para 45 litros, pero que contenía solo 36 litros de agua (2.40 litros de agua por caracol). El Procedimiento del diagnóstico parasitológico fue el siguiente:

- Congelar el caracol por 12 horas ($0^{\circ}C$).
- Colocar caracoles en cajas de petri con agua destilada.
- Exponerlos a luz blanca por dos horas.
- Observar al estereoscopio si hay presencia de metazoarios.
- Diseccionar cada muestra.
- Extracción de las vísceras y partes comestibles del caracol, para la búsqueda de metazoarios en las muestras y luego observar en el microscopio para identificación de microorganismos.

Se utilizó estadística descriptiva para analizar los siguientes datos: promedios, desviaciones estándar y porcentajes.

Se tomaron datos relacionados con la biomasa: peso total (g), peso de material comestible (g), y rendimiento de material comestible (%). También se registró la presencia o ausencia de amibas de vida libre y otros parásitos (metazoarios).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de los caracoles y rendimiento

Se tomaron los pesos de *P. flagellata* de cada uno de los cuerpos de agua donde se realizaron los muestreos (Cuadro 1). Según los hallazgos, se puede afirmar que en el Embalse Cerrón Grande se encontró el

mayor peso total (incluye concha): 27 ± 4.5 gramos y mayor peso de material comestible: 11.3 ± 1.4 gramos, posiblemente por encontrarse en un gran volumen de agua en movimiento, lo que aumentaría la oxigenación, la cual en organismos acuáticos implica mayor crecimiento por mayor consumo de alimento y disminución de enfermedades (Mallya 2021). Además, es posible que el material orgánico y minerales del agua del embalse contribuyera con los nutrientes requeridos para la concha, músculos y vísceras del caracol (*P. flagellata*). Estos valores del Cerrón Grande (27 ± 4.5 gramos) también fueron mayores con respecto a los pesos de *P. flagellata* en dos países Centroamericanos. En Costa Rica, Lobo Vargas (1986) ha reportado un peso total de 9.80 ± 4.39 gramos y en Guatemala Ozaeta Zetina (2002), obtuvo 13.34 ± 2.08 gramos. Posiblemente las diferencias estén relacionadas con el muestreo de los caracoles, factores ambientales y fuentes de alimento natural.

El mayor rendimiento de material comestible correspondió a los estanques acuícolas de Nueva Concepción: 50.23 ± 1.9 %, posiblemente porque los propietarios de los estanques alimentaron con concentrado para tilapia (con 32% de proteína), lo que desarrolló mejor peso de músculo y vísceras con relación al peso de la concha.

Presencia o ausencia de amibas de vida libre y otros parásitos

No se observaron metazoarios en ninguna muestra de los seis cuerpos de agua. En la Laguna de Metapán, no se observaron protozoarios ni metazoarios. En la Laguna Clara, se observaron protozoarios (quistes) en 9 caracoles (60% de las muestras): *Chilomastix mesnili* en 4 caracoles, *Endolimax nana* en 3 caracoles, *Iodamoeba butschili* en 2 caracoles. En los Estanques de Nueva Concepción, Chalatenango todas las muestras (15) presentaron quistes de *Iodamoeba butschili*. En los diagnósticos parasitológicos de caracoles (*P. flagellata*) de Chanmico, La Libertad, se observaron protozoarios (quistes) de *Endolimax nana* en 9 caracoles (60% de las muestras). En los caracoles tomados de estanque en Atiocoyo Sur, se observaron protozoarios (quistes) de *Endolimax nana*

Cuadro 1
Promedio de peso (gramos) de los caracoles (*P. flagellata*)

Cuerpos de agua	Promedio de peso total (g)	Promedio de peso de material comestible (g)	Rendimiento de material comestible (%)
Laguna de Metapán	13.2±8.8	6.0± 4.1	43.9 ± 8.7
Laguna Clara	16.5±5.9	7.3±2.7	44.2±6.1
Estanques acuícolas de Nueva Concepción	10.29±2.2	5.18±1.2	50.23 ± 1.9
Manantial de Chanmico	19.77±9.6	9.00±3.8	47.96±11.2
Estanques de Atiocoyo Sur	10.8±7.1	4.5±0.8	42.96±16.4
Embalse Cerrón Grande	27±4.5	11.3±1.4	42.38±5.6

en 15 caracoles, *Chilomastix mesnili* en 11 caracoles, *Iodamoeba butschili* en 12 caracoles. En los caracoles tomados del Cerrón grande se identificaron quistes de *Endolimax nana* en 9 caracoles, *Chilomastix mesnili* en 6 caracoles, *Iodamoeba butschili* en 2 caracoles y *Entamoeba coli* en 5 caracoles.

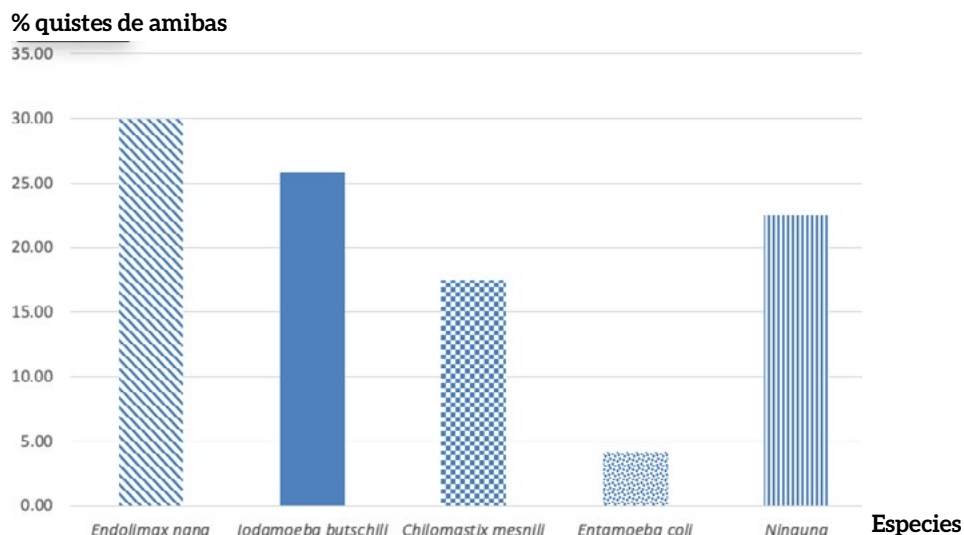
Los microorganismos identificados en los seis cuerpos de agua fueron: *Iodamoeba butschili*, *Endolimax nana*, *Chilomastix mesnili* y *Entamoeba coli*. En 18 caracoles se encontró más de una especie de amiba de vida libre. El porcentaje de protozoarios (quistes de las amibas de vida libre) encontrados en los caracoles fue variable: *Endolimax nana* con 30.00%, *Iodamoeba butschili* con 25.83%, *Chilomastix mesnili* con 17.50%, *Entamoeba coli* con 4.17% y sin amibas 22.50% (Figura 1). Según Benito *et. al.* (2018), las amibas de vida libre se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, siendo multitud las especies aisladas de la tierra, aire, aguas tratadas para consumo, agua de mar o lagos de aguas termales. Sólo *Acanthamoeba* sp., *Naegleria fowleri*, *Vermamoeba vermiformis*, *Paravahlkampfia* spp., *Balamuthia mandrillaris* y *Sappiniapedata diploidea*, han sido descritas como amebas de vida libre capaces de causar infecciones en humanos y animales. Por su parte Oddó Benavides (2006), afirmó que se debe considerar a las amebas de vida libre como agentes infecciosos emergentes, tanto patógenos primarios como oportunistas, cuyo diagnóstico resulta muy difícil desde el punto de vista clínico y morfológico. Las especies de importancia en medicina humana hasta ahora, son *Naegleria*.

fowleri, *Vahlkampfia* sp., *Hartmannella rhyssodes*, *Hartmannella vermiformis*, *Hartmannella* sp., *Acanthamoeba castellanii*, *Acanthamoeba culbertsoni*, *Acanthamoeba astronyxis*, *Acanthamoeba polyphaga*, *Acanthamoeba healyi*, *Acanthamoeba* sp., *Balamuthia mandrillaris* y *Sappiniapedata diploidea*. En el caso de las amibas de vida libre encontradas en los caracoles (*P. flagellata*) de los seis cuerpos de agua de El Salvador, no se encuentran en la lista de especies de importancia en medicina humana.

Con los recursos del Proyecto de Investigación código 07.06 de CIC-UES, se divulgaron estos resultados en comunidades de escasos recursos del cantón Las Piedras de Metapán (Departamento de Santa Ana), Nueva Concepción y La Laguna (Departamento de Chalatenango), Chanmico (Departamento de La Libertad), La Bermuda y Milingo en Suchitoto (Departamento de Cuscatlán), para que pongan en práctica medidas de higiene en el consumo del material comestible de *P. flagellata*. El procedimiento sugerido fue: una vez limpia la superficie de la concha, se someten a inmersión en agua caliente a una temperatura mínima de (80°C) durante quince minutos, para facilitar el desprendimiento de su concha (Iriarte Rodríguez y Mendoza Carranza 2007). De esta manera se asegura la eliminación de parásitos. Luego se separa el opérculo, tirando ligeramente de él, se corta con mucho cuidado, al ras del mismo. Una vez separada la carne del caracol, se enjuaga con agua limpia, de dos a tres veces de manera que no queden residuos de concha, ni de vísceras adheridas a ella,

Figura 1

Porcentaje de amibas de vida libre detectadas en los caracoles (*P. flagellata*) de seis cuerpos de agua de El Salvador



dejándolo escurrir por un periodo entre cinco y diez minutos.

CONCLUSIONES

En el embalse Cerrón Grande se encontró el mayor peso total (incluye concha) de caracoles: 27 ± 4.5 gramos y el mayor peso de material comestible: 11.3 ± 1.4 gramos.

El mayor rendimiento de material comestible correspondió a los estanques acuícolas de Nueva Concepción 50.23 ± 1.9 %.

No se observaron metazoarios en ninguna muestra de los seis cuerpos de agua de El Salvador.

Se confirmó la presencia de quistes de cuatro especies de amibas de vida libre en el caracol comestible (*Pomacea flagellata*) en seis cuerpos de agua de El Salvador.

En los caracoles (*Pomacea flagellata*) de los seis cuerpos de agua, los quistes de *Endolimax nana* se encontraron en mayor cantidad, seguido de *Iodamoeba butschlii*, *Chilomastix mesnili* y *Entamoeba coli*.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó con financiamiento

del Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES). Además, fue importante la colaboración del Técnico Acuícola Pedro Coreas y el asistente Osmaro Sibrián de la Estación Acuícola de Atiocoyo Sur de CENDEPESCA por la colecta y donación de caracoles de agua dulce.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador-del Ángel, L; Mugartegui Esquiliano, J; Chin Caña, F; Arcos Pérez, A; Cabrera Rodríguez, P. 2006. Características del desove del Caracol de Agua Dulce *Pomacea flagellata* en ambiente controlado. (tesis). Facultad de Ciencias Pesqueras, Universidad Autónoma del Carmen (México). (en línea). Consultado 12 de Diciembre del 2015. Disponible en: http://www.academia.edu/2568234/Caracter%C3%ADsticas_del_desove_del_caracol_de_agua_dulce_Pomacea_flagellata_livescens_Reeve_1986_en_ambiente_controlado
- Benito, M.; LaPlante, D.; Fernández, M.; Lasheras, A.; Gómez, J.; Peña, M.; Rubio, E.; Goñi, M. 2018. Amebas de vida libre en aguas residuales y fangos: Su papel como reservorio natural de bacterias potencialmente patógenas. Rev. Salud ambiental. 2018; 18(1):69-77.
- Iriarte Rodriguez, FV; Mendoza Carranza. M. 2007.

- Validación del cultivo semi-intensivo del caracol tote (*Pomacea flagellata*) en el trópico húmedo. México, DARMA, Ecosur. (en línea) consultado 23 Feb 2015. Disponible en www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp 16-17P.
- Jiménez, N; Santamaría, J. 2008. Ensayo evaluativo de tres tipos de alimento vegetal en la dieta alimenticia del caracol de agua dulce (*Pomacea* spp). Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Escuela de Biología. 9 P.
- Lobo Vargas, X.M. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco *Pomacea flagellata*. Tesis. Lic. Biología. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. CR. P96.
- Mallya, Y.J. 2021. Los efectos del oxígeno disuelto en el crecimiento de los peces en la acuicultura. AquaFed. (en línea). Consultado 14 mayo 2021. Disponible en: <https://aquafeed.co/entrada/los-efectos-del-ox-geno-disuelto-en-el-crecimiento-de-los-peces-en-la-acuicultura-20548/>
- MARN-IABIN. Sf. Ficha Técnica-Proyecto Especies Invasoras. San Salvador. 3P.
- Oddó Benavides, D. 2006. Infecciones por amebas de vida libre. Comentarios históricos, taxonomía y nomenclatura, protozoología y cuadros anatómicos. Revista chilena de infectología. Pontificia Universidad Católica de Chile. 23 (3): 200-214.
- Ozaeta Zetina, M.A. 2002. Evaluación del efecto de tres niveles de alimentación con incaparina, y ninfa acuática (*Eichornia Crassipes*) en el crecimiento del caracol (*Pomacea* spp.) en condiciones controladas. Tesis. Ing. Guatemala, Gt. Universidad de Guatemala. 68 p.
- Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental (PREPAC). 2006. Caracterización del Lago de Güija con Énfasis en la Pesca y la Acuicultura. (en línea). Consultado 14 de mayo de 2021. Disponible en: http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_11814_1_22112006.pdf
- Reyes Santizo . J. G. 1997. Eficiencia reproductiva en caracoles de agua dulce (*Pomacea* sp.) en tres diferentes pesos. Tesis. Universidad de Guatemala, p. 6-10.
- Solórzano Álava, L. F. 2014. *Angiostrongylus cantonensis*: un parásito emergente en Ecuador. Revista Cubana de Medicina Tropical. 2014; 66(1):20-33



Evaluación de tres niveles de proteína en las primeras dos semanas de vida y sus efectos en los parámetros de desempeño en pollos de engorde

Evaluation of three levels of protein in the two first weeks of life and its effects on the performance parameters in broilers

González-Castillo, A.¹, Lemus-López, R.¹, Molina-Morales, Y.¹, Alas-García, E.², Peña-Hernández, A.³

Correspondencia:

amgc.ale@hotmail.com
rafael_lemus08@hotmail.com
ymolinamorales@gmail.com
enrique.alas@ues.edu.sv
albil.hernandez@innovaciones.com.sv

Presentado:
16 de mayo de 2021
Aceptado:
17 de julio de 2021

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Tesista.
- 2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Docente asesor.
- 3 Innovaciones Nutricionales S.A. de C. V. Asesor externo

RESUMEN

Se desarrolló en las instalaciones del Módulo Avícola de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. La fase de campo tuvo una duración de seis semanas y se dividió en tres etapas: de 0 a 14 días fase de pre inicio, de 15 a 29 días fase de crecimiento y de 30 a 42 días fase de finalización. Se utilizaron 30 aves por cada tratamiento, divididas en tres tratamientos (T1= 19% PC, T2= 21% PC Y T3= 24% PC) y tratamiento testigo (T0 = 23% PC). Se evaluaron los parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Por la naturaleza de las unidades experimentales fueron evaluados por medio de un análisis de varianza con un modelo completamente al azar (DCA). En las primeras 2 semanas de vida, el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en peso vivo fue el T3. En la primera semana el T3 con 24% de proteína presentó mayor ganancia de peso. Para la variable consumo de alimento semanal en la etapa de inicio el T1 obtuvo el mayor consumo y el T3 un menor consumo semanal. La variable conversión alimenticia en la fase de inicio, el tratamiento T3 presentó los mejores resultados y el tratamiento T1 la mayor conversión alimenticia. Se concluyó que la utilización de niveles de proteína más altos generó mejores valores en los parámetros zootécnicos en la etapa de pre inicio.

Palabras clave: Ross 308, pollos de engorde, proteína.

ABSTRACT

The research was carried out at the facilities of the Poultry Module of the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agricultural Sciences, University of El Salvador. The field phase lasted six weeks and was divided into three stages: pre-starting phase (0 to 14 days), growth phase (15 to 29 days) and finishing phase (30 to 42 days). Thirty birds were used for each treatment, which were divided into three treatments (T1= 19% CP, T2= 21% CP and T3= 24% CP) and a control treatment (T0= 23% CP). The

following productive parameters were evaluated: live weight, weight gain, feed intake and feed conversion. Due to the nature of the experimental units, they were evaluated by analysis of variance with a completely randomized model (DCA). In the first 2 weeks of life, the treatment that obtained the highest live weight yield was T3. In the first week, T3 with 24% protein had the highest weight gain. For the variable weekly feed consumption in the initiation stage, T1 had the highest weekly feed consumption and T3 had the lowest weekly feed consumption. For the variable feed conversion in the initiation phase, the T3 treatment presented the best results and the T1 treatment the highest feed conversion. It was concluded that the use of higher protein levels generated better values in the zootechnical parameters in the pre-starting stage.

Key Words: Ross 308, broilers, protein

INTRODUCCIÓN

La explotación avícola en El Salvador es uno de los rubros más importantes en el ámbito de producción de proteína de origen animal, ya que posee uno de los más altos valores nutricionales comparándose con los de la carne de cerdo y res. Esto conlleva a una gran demanda de la población salvadoreña por consumir un producto alimenticio de rápida producción (Ávila *et al.* 2009).

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas, esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, sanidad, manejo y nutrición (Chávez y Parra 2016).

La importancia de las proteínas en la nutrición se demuestra por las numerosas funciones que desarrollan en el organismo animal. Son constituyentes indispensables de todos los tejidos del animal, la sangre, los músculos, las plumas, etc. Además, aportan alrededor de la quinta parte del peso del ave y aproximadamente la séptima parte del peso del huevo. La cantidad de proteína recomendada es de 20-22% en las primeras seis semanas, para después reducirla de 16 a 18%. Las necesidades de proteína son mayores al principio debido a que los pollitos en las primeras semanas de vida forman sus tejidos, ya que es cuando crecen con mayor rapidez. Para saber la cantidad adecuada de proteína, es fundamental conocer calidad de la misma, entendiéndose por proteína de buena calidad, aquella que proporcione la mayor cantidad de los aminoácidos indispensables (Ávila *et al.* 2009).

En carne de pollo, el sector ha crecido aproximadamente al 8% anual. Hasta hace 10 años,

el consumo de pollo era uno de los más bajos de Latinoamérica, pero actualmente se ha equiparado en torno a las 32 libras (14.5 kg) per cápita (aunque Panamá y Costa Rica consumen el doble). La estructura de la industria es similar a la que se observa en el resto de Latinoamérica, con dos o tres empresas líderes en cada sector, y un conjunto de empresas pequeñas y medianas. Las tres principales empresas de producción de carne aviar en el país son Avícola Salvadoreña S.A. de C.V. ("Pollo Indio"), Alimentos Sello de Oro S. A. de C.V. y Avícola Campestre S.A. de C.V., estas abarcan el 70% de la producción y el restante 30% del mercado está constituido por productores menores. La producción del sector avícola ha crecido aceleradamente en los últimos 17 años, convirtiéndose en uno de los segmentos más dinámicos del sector agropecuario y la economía salvadoreña. Con base en las estimaciones del Banco Central de Reserva de El Salvador, el valor agregado del sector avícola creció en términos reales un 27% entre el año 2000 y el 2006, a un ritmo superior al del PIB, ya que la participación del sector avícola pasó del 1.59% al 1.73% en el referido periodo. Adicionalmente, el buen desempeño en términos productivos, estuvo acompañado por un análoga performance en términos de niveles de precios: el deflactor implícito de los precios del sector avícola se redujo en un 1%, el deflactor del PIB aumentó un 22%, entre 2000 y 2006 (Superintendencia de Competencia de El Salvador 2010).

En la siguiente investigación se utilizaron tres concentrados experimentales y un concentrado testigo con diferentes niveles de proteína, durante las primeras dos semanas de vida, para evaluar la respuesta de los parámetros de desempeño en pollos

de engorde de la línea Ross 308®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, duración y unidades experimentales

La investigación se realizó en las instalaciones del módulo Avícola de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz. Geográficamente localizada en una Latitud de 13°28'03" Norte. Longitud 89°05'08" Oeste. Con una elevación de 50 m. s. n. m. con temperatura promedio mensual de 26°C y humedad relativa de 73%. La investigación tuvo una duración de seis meses desde noviembre 2019 hasta mayo 2020. Las unidades experimentales fueron aves de engorde de la línea Ross 308® de un día de nacidos, en el ensayo se utilizaron 120 aves (30 por cada tratamiento) divididas en tres tratamientos con diferentes niveles de proteína en las primeras dos semanas de vida.

Metodología de campo

Instalaciones y equipo

Galera avícola: las aves fueron alojadas en una galera de dos aguas con las siguientes dimensiones: 10 m de largo, por 8 m de ancho por 3 m de altura mayor, con piso de cemento, pretil de bloques de concreto con paredes de malla galvanizada y techo de lámina aluminio zinc. Al interior de esta se construyeron cuatro corrales de 1.5 m² cada uno, donde se ubicaron las unidades experimentales, a la vez dentro de estos se construyeron los cuartos de cría para cada repetición en la que se ubicaron seis pollos.

Iluminación y fuente de calor: se utilizaron cuatro focos de 60 watts en una relación de 0.03 watts por ave para la iluminación con una altura de 2.5 m con una separación de un metro entre ellos para proporcionar un programa de luz de 24 horas. Para la fuente de calor se utilizó una relación de 1 watt por ave, se colocaron focos de 100 watts a una altura de un metro.

Comederos y bebederos: se utilizaron 20 comederos (bandejas plásticas circulares de 48.26 cm de diámetro), uno en cada repetición. En la tercera semana de vida de las aves se usaron comederos colgantes de plástico en una relación de un comedero por cada 10 aves hasta finalizar el ensayo. Se utilizaron 20 bebederos de galón.

Manejo de las aves

Recepción de las aves y pesaje: las aves se pesaron en una báscula digital de plato con capacidad de 5,000 g (5 kg), para el pesaje se utilizó una muestra de cuatro aves por repetición, y un total de 20 aves por tratamiento. Luego del pesaje se les ofreció agua fresca con electrolitos para brindarles energía y reducir el estrés del transporte, posteriormente se les proporcionó el concentrado de cada tratamiento.

Plan profiláctico: se les colocó Triple Aviar (New castle, Gumboro, Bronquitis) se administró por vía ocular a los siete días de nacidos. Al día 21 se les dio Trimetoprim Sulfa en el agua de bebida, 20 g por litro de agua, como plan profiláctico de coccidiosis.

Alimentación

Manejo de la alimentación: las aves se alimentaron una vez al día a las 7:00 a.m. y al consumo se le agregó un 10% más con base a la ración diaria según guía de manejo de Ross 308®. Se realizó el pesaje del concentrado ofrecido diariamente y el concentrado no consumido para poder determinar el consumo de alimento.

Formulación de dietas: las dietas fueron balanceadas con programación lineal en Excel®, para ello se utilizaron los requerimientos nutricionales recomendados en la guía de Ross 308®AP para su línea de pollos.

Elaboración del concentrado: el concentrado fue elaborado en la fábrica de alimentos de la empresa Innovaciones Nutricionales, en una mezcladora mecánica con capacidad de 1,000 kg (Cuadro 1), se utilizó un concentrado comercial para el tratamiento testigo (Cuadro 2).

Cuadro 1

Composición de los tratamientos experimentales

Concentrados experimentales de pre Inicio 19%, 21%, 24% PC			
	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
Materia prima	19% PC; 3150 Kcal/ Kg EM	21% PC; 3150 Kcal /Kg EM	24% PC; 3150 Kcal/Kg EM
Harina de maíz	48.51%	51.60%	44.60%
Harina de soya	38.09%	35.00%	43.00%
Aceite	8.40%	8.40%	7.40%
Núcleo	5.00%	5.00%	5.00%

Cuadro 2

Composición del tratamiento testigo

Concentrado testigo de pre inicio 23% PC		
Ingredientes y nutrientes		PRE INICIO
Proteína	%	23.0
Grasa	%	5.0
Fibra	%	4.00
Calcio	%	1.00
Fósforo total	%	0.50

Metodología estadística

Se utilizó un diseño completo al azar, y se comparó por medio de la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). Para procesar la información se usó el software estadístico InfoStat versión 2008.

Parámetros evaluados

Peso vivo: el peso vivo en gramos del ave se tomó al final de cada semana, para llevar un registro de la ganancia de peso semanal.

Ganancia de peso: se calculó en gramos mediante la diferencia entre peso vivo al final de la semana menos el peso registrado de la semana anterior.

Consumo de alimento: El consumo de alimento en gramos se determinó entre la diferencia del alimento ofrecido y el alimento no consumido.

Conversión alimenticia: La conversión alimenticia

es la relación entre el alimento que consume con el peso que gana y se determinó mediante la relación entre los valores consumo de alimento y la ganancia de peso del ave, tomando en cuenta que mientras sea menor el valor de la conversión alimenticia más eficiente es el animal, este se llevó en forma semanal.

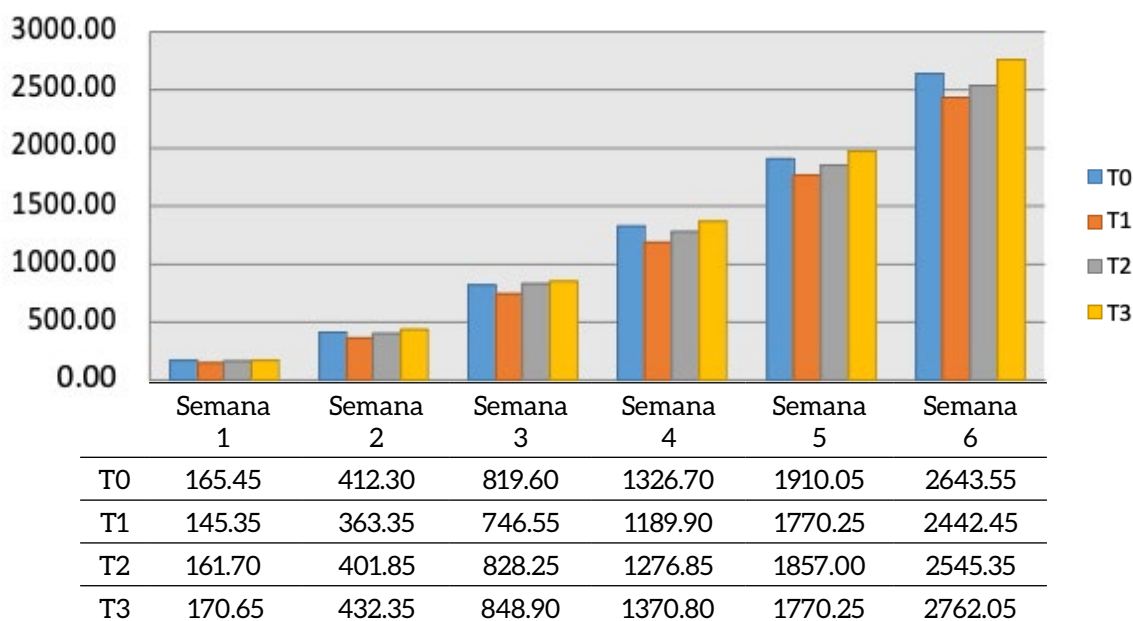
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de la investigación tenían diferentes niveles de proteína en el concentrado consumido en las primeras dos semanas por ello se realizó análisis estadístico de esas dos semanas. Se presentaron los datos de las seis semanas para apreciar si los diferentes niveles de proteína influyeron en las etapas de crecimiento y finalización.

Peso vivo

El comportamiento de pesos por semanas se mantiene en una tendencia ascendente (Figura 1).

Figura 1
Peso vivo semanal en gramos



Estadísticamente se observa que los tratamientos durante las dos semanas en estudio presentaron diferencias en la variable de peso vivo ($P \leq 0.05$). En la primera semana el T3 con 24% de proteína presentó mayor peso, seguido por el T0 con 23% de proteína, a partir de la segunda semana el T3 sigue superando al tratamiento T0, T1 y T2, siendo el T1 el que presenta el menor peso durante la semana 1 y 2.

Los resultados coinciden con Romero (2015), al evaluar la respuesta de dos fórmulas con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros, donde el T1 tenía 23.20% y T2 el 22% en la etapa de inicio. El T1 con mayor nivel de proteína obtuvo mayor peso al finalizar la semana 2. Es decir, que la utilización de dietas con diferente nivel de proteína si influye en la respuesta del pollo de engorde, respecto al peso vivo del animal.

También tuvieron tendencia similar con los presentados por Ocon *et al.* (2017), en el cual evaluaron tres tipos de concentrados en pollos Broiler línea Ross 505, los concentrados fueron "A" con niveles de proteína 21%, concentrado "B" con 18.50% y "C" elaborado con base en 17.24% de inicio, a partir de insumos locales. Al finalizar la segunda semana el

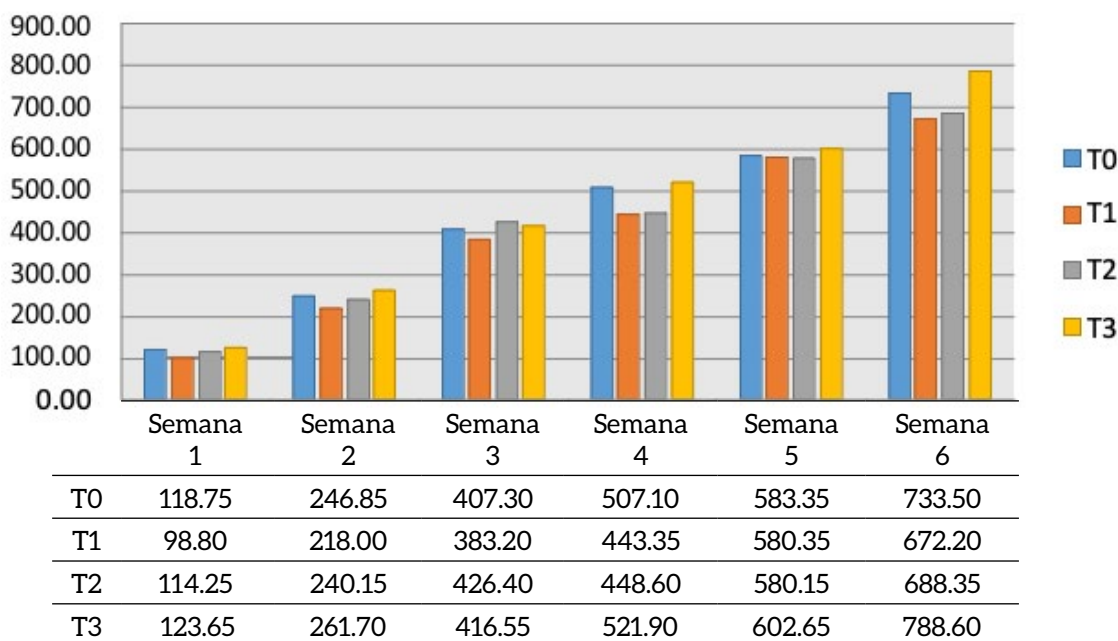
concentrado A y B, obtuvieron mayores pesos que el concentrado C con menor nivel de proteína.

Ávila *et al.* 2009, manifiesta que las necesidades de proteína son mayores al principio, debido a que los pollos en las primeras semanas de vida necesitan una cantidad mayor para formar sus tejidos, pues es cuando crecen con mayor rapidez. Asimismo, Funes (2016), manifiesta que los pollos con una dieta baja de proteína, muestran un crecimiento lento, el emplume es deficiente y se muestra una ingesta mayor de alimento. Por tal motivo la grasa de las canales aumenta. Algunos piensan que una cantidad extra de proteína produce un aumento en el contenido de proteína en los tejidos, llamándose reserva proteica o depósito proteico. Se ha demostrado que en los pollos, una dieta elevada en proteína ayuda a controlar los efectos negativos de enfermedades nutricionales y stress a través de la utilización de las reservas proteicas.

Ganancia de peso

La ganancia de peso en gramos (Figura 2) se calculó mediante la diferencia entre peso vivo al final de la semana menos el peso registrado de la semana anterior.

Figura 2
Ganancia de peso semanal en gramos



Estadísticamente se observa que los tratamientos durante las dos semanas en estudio presentaron diferencias en la variable de ganancia de peso ($P \leq 0.05$). En la semana 1 y 2 el tratamiento que obtuvo mayor ganancia de peso fue el T3 con 123.65 g y 261.7 g en la semana 1 y 2, respectivamente y el tratamiento que presentó menor ganancia de peso fue el tratamiento T1 con 98.8 g y 218 g en la semana 1 y 2, respectivamente.

Estos valores son similares a los reportados por Romero (2015), las dietas con mayor nivel de proteína (T1=23.20%) obtuvieron mayores ganancias de peso con resultado en la semana 1 y 2. Ocon *et al.* (2017), también reporta datos similares de ganancia diaria de peso.

Los resultados obtenidos tienen tendencia a ser similares a los valores reportados por Montejo (2005), quien realizó un experimento con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con dos productos comerciales con diferente nivel de proteína T1 con 21.5% y T2 con 19% para las fase de iniciación. En el Tratamiento 1 (21.5%) al final de la primera fase obtuvo, del día 1 al 21 una mayor ganancia de peso que el tratamiento

2 (19%). Los resultados obtenidos en la semana 1 y 2 difieren con respecto a lo esperado según el Manual Ross 308, expresándose menores ganancias de peso para el ensayo.

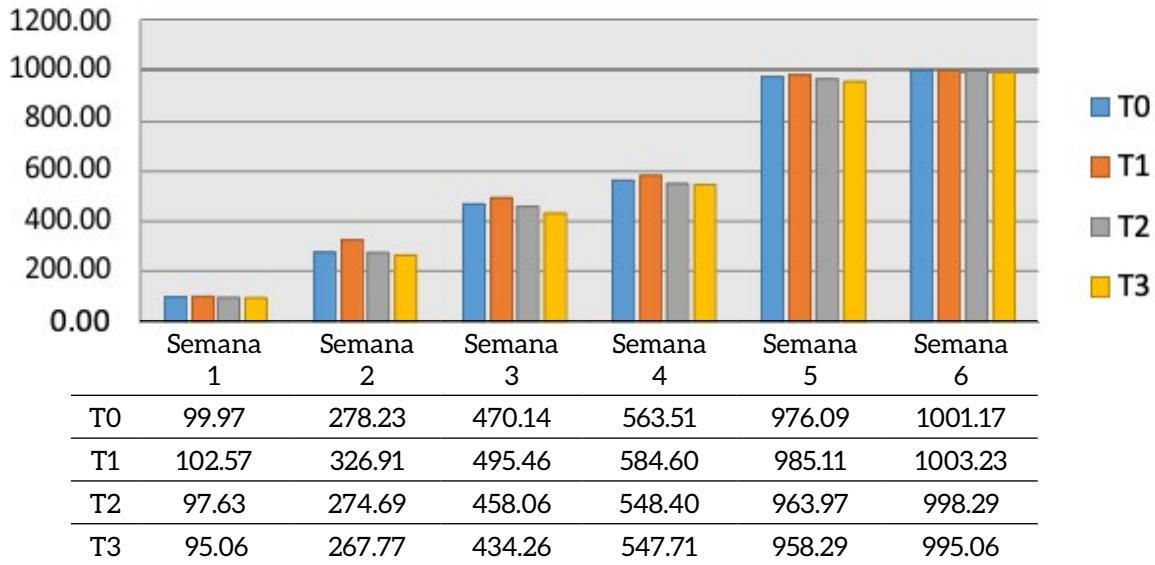
Consumo de alimento

Se determinó mediante la diferencia del alimento ofrecido con el alimento rechazado, con el propósito de determinar las cantidades en gramos del alimento (Figura 3) que consumieron las aves durante la investigación.

Estadísticamente se observa que los tratamientos durante las dos semanas en estudio presentaron diferencias en la variable de consumo ($P \leq 0.05$). En la primera semana el T1 con 19% de proteína presentó mayor consumo, seguido por el T0 con 23% de proteína, a partir de la segunda semana el T1 sigue superando al tratamiento T0, T2 y T3, siendo el T3 el que presenta el menor consumo durante las 2 primeras semanas de vida.

Estos resultados concuerdan con el estudio de Romero (2015), que obtuvo mayores resultados con el T1 (23.20%) que con el T2 (22%). Por otro lado, los resultados difieren de la investigación de Ocon

Figura 3
Consumo en gramos



et al. (2017), la cual refleja un mayor consumo de los concentrados A (21%) y B (18.5%) respecto al concentrado C (17.24%). Tampoco coinciden con los resultados reportados por Montejo (2005), que presenta mayor consumo de alimento el T1 con 21.5% de PC que el T2.

Los resultados obtenidos en la semana 1 y 2 difieren con respecto a lo esperado en el Manual Ross 308, esta diferencia se podría atribuir a las altas temperaturas que había en la galera, la temperatura oscilaba entre 36°C - 40°C. El consumo de alimento disminuye conforme la temperatura ambiental se eleva.

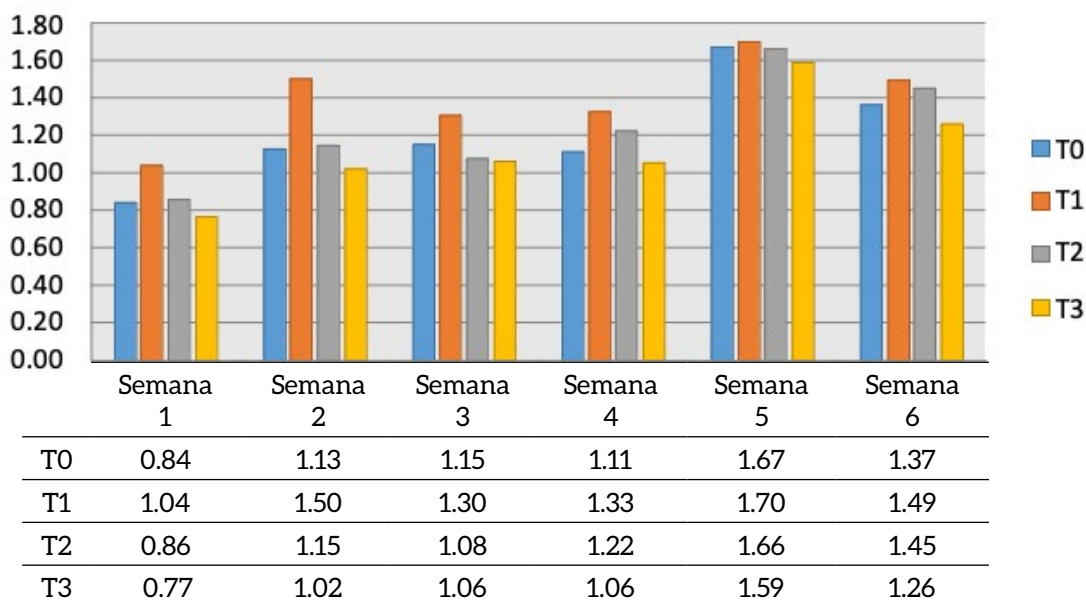
En la investigación, el tratamiento que tenía el mayor consumo era el T1, con un porcentaje de proteína de 19% durante la primera etapa de vida, a pesar de tener los mayores consumos, es el que presenta la menor ganancia de peso. Todo lo contrario, al T3 que presentó mayor porcentaje de proteína cruda, pero tenía el menor consumo entre los tratamientos. Se podría atribuir el mayor consumo del T1 al bajo nivel de proteína en el alimento, ante esto, los pollos consumen más para equilibrar sus requerimientos nutricionales.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia (Figura 4) refleja cuanto peso gana un ave de acuerdo a la cantidad de alimento que consumió durante la investigación.

Estadísticamente se observa que los tratamientos durante las dos semanas en estudio presentaron diferencias en la variable de conversión alimenticia ($P \leq 0.05$). El tratamiento T3 resultó con una mejor conversión alimenticia en la primera y segunda semana con 0.77 y 1.02, respectivamente. El tratamiento con resultados inferiores comparado a los demás tratamientos, fue el T1 con 1.04 y 1.5, respectivamente. Los pollos presentaron conversiones alimenticias por debajo de 1, ya que fisiológicamente tienen reservas de vitelo, al poner una mayor concentración de proteína, los pollos asimilan mayor cantidad de vitelo, y muestran una mejor conversión alimenticia, el vitelo solo está presente en la primera semana de vida, por lo que a partir de la segunda semana es improbable que haya conversiones menores a 1. Los resultados concuerdan con los presentados por Ocon et al. (2017), ya que reportaron que los pollos del tratamiento 1 (A, 21%) y tratamiento 2 (B, 18.5%) al final de la semana 2 obtuvieron una menor conversión que el tratamiento

Figura 4
Conversión alimenticia acumulada en gramos



3(C, 17.24%). Esto refleja que el concentrado C requirió de mayor cantidad de alimento en la semana 1 y 2. También con los resultados que presentó Romero (2015), el T1 (PC=23.20 %) en la semana uno y dos tuvo una conversión alimenticia menor que el T2 (PC=22%).

Los resultados obtenidos en la semana 1 y 2 son similares con respecto a lo esperado en el Manual Ross 308. En la semana 6 la conversión alimenticia tuvo resultados menores a los esperados. Esto debido a que durante la pandemia de COVID 19 se restringió la movilidad y no se pudo acceder con facilidad al lugar

del experimento, esto impidió tomar datos certeros y dar el manejo adecuado a los pollos; los trabajadores de la Estación Experimental y de Prácticas colaboraron en la realización de estas actividades, pero se asume que debido a ello ya no se les dio la misma atención que antes, razón por la cual la conversión alimenticia se vio afectada.

Análisis económico

El tratamiento 3 es el que mejores resultados mostró en cuanto a utilidad (Cuadro 3). Además, fue el tratamiento con mayor contenido de proteínas, y

Cuadro 3
Costos y utilidades netas

Tratamientos	Kg totales	(-) Ajuste 20% desperdicios (kg)	Kg totales comercializables	Precio de mercado kg (2.2lbs) (USD)	Utilidad bruta (USD)	Costo de concentrado (USD)	Costo materiales y equipo (USD)	Utilidad neta (\$)	Utilidad neta unitaria (USD)
T0	79.5	15.86	63.6 kg (139.92 lb)	3.30	209.88	154.44	17.40	38.04	1.27
T1	73.3636	14.64	58.69 kg (129.12 lb)	3.30	193.68	158.96	17.40	17.32	0.58
T2	76.5	15.27	61.2 kg (134.64 lb)	3.30	201.96	152.86	17.40	31.70	1.06
T3	83.0455	16.57	66.44 kg (146.16 lb)	3.30	219.24	153.85	17.40	47.99	1.60
TOTAL	312.409	62.35	249.92 kg (549.84 lb)		824.76	620.11	69.60	135.05	

un poco más elevado el costo al compararlo con los demás tratamientos, pero fue el que mostró mejores resultados, con una utilidad neta total de USD \$47.99.

El tratamiento 1 es el que muestra los resultados menos favorables, con una utilidad neta total de USD \$17.32. Este tratamiento contenía menor proteínas en su mezcla de concentrados y fue esta una de las causas por las que las aves consumieron más, incrementando así el costo.

El tratamiento testigo, fue bastante aceptable, obtuvo tan solo un 20% menos utilidad que el tratamiento 3 con USD \$38.04. No deja de ser una opción aceptable en el mercado, al tener en cuenta que su costo es menor que si se utilizará el tratamiento 3.

CONCLUSIONES

Para las variables de peso y ganancia de peso, los mayores valores se observaron en el tratamiento 3 que fue la dieta alta en proteína.

Para la variable de consumo de concentrado, el tratamiento 1 que es la dieta más baja en proteína, obtuvo los resultados más altos.

El tratamiento 3 obtuvo una mejor conversión alimenticia con las mejores ganancias de peso.

La utilización de niveles de proteína más altos genera mejores valores en los parámetros zootécnicos como peso, consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en la etapa de pre inicio. Cuanto más elevado el nivel de proteína cruda, menor es el nivel de fibra cruda y mejor es el desempeño de los pollos en los primeros días de vida.

El tratamiento con mejor utilidad neta, fue el tratamiento tres (24% de proteína) con USD \$47.99; seguido del tratamiento testigo (23% de proteína) con USD \$38.04, luego el tratamiento dos (21% de proteína) con USD \$31.70 y por último el tratamiento uno (19% de proteína) con USD \$17.32.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, E; Cuca, M; Pro, A. 2009. Alimentación de las aves, México, Instituto de Enseñanza e Investigación en ciencias Agrícolas. P. 4, 6, 18,30.
- Chávez, L; Parra, J. 2016. Crecimiento y Desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. P 51-52
- Funes, J. 2016. "Evaluación del rendimiento de pollos parrilleros alimentados separadamente con fórmulas específicas para hembras y machos vrs la formula convencional (sexos mixtos con concentrado comercial)" tesis Ing. Agr.; El Salvador, Universidad de El Salvador. P 101.
- Montejo Méndez, D. 2005. Comportamiento Productivo de pollos de engorda Alimentados con dos Productos Comerciales con Diferentes Niveles de Proteína. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61p.
- Ocon, O.; Rodríguez, S.; Solís F.; 2017. Evaluación del efecto productivo en pollos de engorde con alimentos comerciales vs artesanal, en El Rancho "El Carmen" en el segundo semestre de 2016, Juigalpa, Chontales (en línea). Nicaragua, Universidad Autónoma de Nicaragua. Consultado el 10 de marzo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNANM11329>
- Romero, Apolo, L.A. 2015. Evaluación de dos fórmulas alimenticias con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros (en línea). Tesis Ing. Agr.; Cuenca, Ecuador, Universidad Politécnica, Salesiana. Consultado el 5 de marzo, 2019. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8854/1/UPS-CT005046.pdf>
- Superintendencia de Competencia de El Salvador. 2010. Sector agroindustrial e insumos: Estudios sectoriales de condiciones de competencia de la Superintendencia de Competencia de El Salvador 2006-2010. San Salvador, El Salvador. 312p.



Contacto: revista.agrociencia@ues.edu.sv
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
ISSN: 2522-6509